

# **METODOLOGIA DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS – PLANO DE CONTROLO DE CONFORMIDADE PARA A ACTIVIDADE DE BETONAGEM DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS**

**Betão Armado**

**ANDRÉ GONÇALO VEIGA LOUSINHA**

Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS**

---

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues

JULHO DE 2008

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto:miec@fe.up.pt)

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil – 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Aos meus Pais e à Emília,

## **AGRADECIMENTOS**

A Licenciatura em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (concluída em 2003) facultou-me o acesso a uma actividade profissional fascinante, na qual apliquei o conjunto de conhecimentos facultados pelo distinto corpo docente desta Faculdade. Encarei os cinco anos de experiência profissional decorridos desde então, como o complemento essencial para a prossecução dos estudos académicos. A experiência profissional, se criteriosamente orientada do ponto de vista das opções tomadas, incute-nos o sentido prático necessário ao desenvolvimento de um novo plano de estudos. A oportunidade concedida em 2007 pela FEUP, aos antigos alunos detentores de licenciaturas, no sentido de estimular ao desenvolvimento de um plano de estudos conducente à obtenção do grau de especialização acrescido (Mestrado Integrado em Engenharia Civil), foi por mim encarada como um desafio indeclinável. Estes desafios, se bem que resultantes de uma opção livre e pessoal, não podem ser dissociados de um conjunto de pessoas e instituições que justificam da minha parte, um profundo sinal de reconhecimento e agradecimento:

Ao Professor Rui Calejo, que como orientador do MEIC partilhou o seu conhecimento e estimulou profundamente o trabalho de investigação e pesquisa efectuado durante a elaboração da tese de mestrado. O espírito pragmático das suas orientações, aliado ao profundo conhecimento que possui na área de intervenção associada ao tema da tese, proporcionaram o alcance de todos os objectivos inicialmente estabelecidos. Agradeço ainda ao Professor Rui Calejo, a forma perspicaz como projectou temporalmente a elaboração do trabalho, permitindo a programação e conciliação da minha actividade profissional com o trabalho de investigação académica;

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pela formação contínua que proporciona aos antigos alunos e pela preocupação permanente na manutenção do estatuto ímpar dos graus académicos concedidos;

Às Empresas nas quais desenvolvi a minha actividade profissional ao longo dos últimos cinco anos (DHV TECNOPOR, CINCLUS, FASE e PENGEST), pela confiança depositada em relação às minhas prestações e pela oportunidade concedida de aprofundamento dos meus conhecimentos académicos, disponibilizando os meios necessários à conciliação das duas;

Aos meus pais e à Emilia, pelo conforto e estabilidade que me proporcionaram em todo o percurso académico e pelo estímulo que transmitiram todas as iniciativas que desenvolvi.

## **RESUMO**

No Título da Tese ora apresentada, mencionam-se os três objectivos primordiais que servem de base ao trabalho de investigação.

A primeira parte designa-se (“Metodologia da Fiscalização de Obras”), na qual se faz a contextualização do trabalho de investigação, no âmbito das metodologias de trabalho que integram o Sistema Nacional de Gestão da Qualidade.

A parte central designa-se (“Plano de Controlo de Conformidade para a Actividade de Betonagem de Elementos Estruturais”). Nela, direcciona-se a análise para uma das funções eminentemente associadas às Entidades Fiscalizadoras de obras, que é o Controlo de Conformidade.

Na parte final do título (“Betão Armado”) enquadra-se o controlo de conformidade, na multiplicidade de actividades de construção civil, que são alvo do plano de inspecções, monitorizações e ensaios.

Para a abordagem desta temática, é preliminarmente efectuada uma contextualização histórica da actividade das empresas de fiscalização de empreitadas, tendo como referencial o cenário de evolução tecnológica nacional. Nesta abordagem preambular faz-se igualmente uma projecção dessa actividade no futuro, tendo como alvo a inovação tecnológica no sector da engenharia civil.

Para compreensão da importância atribuída ao controlo de conformidade em empreitadas (obras públicas e particulares) aborda-se a temática do Sistema Nacional de Gestão da Qualidade, passando pelas políticas de qualidade implementadas nas empresas de Fiscalização, pelos processos de certificação, visando no final a forma como essas mesmas políticas providenciam o acompanhamento das diferentes tarefas associadas aos trabalhos de betão armado. A monitorização do produto final (estruturas em betão armado) é referida com alguma veemência.

No capítulo IV abordam-se detalhadamente as diferentes metodologias de trabalho existentes no sistema de qualidade das empresas de Fiscalização. O objectivo desta abordagem é compreender-se à escala das diferentes hierarquias, qual o grau de influência existente em relação ao controlo de trabalhos executados em obra. À luz do organograma funcional, evidenciam-se as ligações operacionais que conduzem à elaboração de procedimentos de inspecção e ensaio (PIE).

Posteriormente, faz-se um exercício de aplicação da metodologia de controlo de conformidade em trabalhos de betão armado, com base no fluxograma funcional enunciado no capítulo IV. O exercício de aplicação conduziu à obtenção de um conjunto de modelos de boletins de inspecção.

No final apresentaram-se resultados concretos da aplicação dos boletins de controlo de conformidade, enunciando-se os aspectos que carecem de acções de melhoria, numa perspectiva de aperfeiçoamento e de aumento da eficácia das referidas fichas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema Nacional de Gestão da Qualidade, Metodologias de Trabalho na Fiscalização de Obras, Plano de Inspeção e Ensaios, Fichas de Controlo de Conformidade, Betão Armado.



## **ABSTRACT**

In the title of the present thesis are mentioned the three main objectives, in which is based this investigation work.

The first part is “Methodologies to Supervise Works in Civil Construction” which contextualises the work of investigation in the range of the methodologies of work that integrates the National System of Quality Management.

The central part is (“Conformity Plan to Concrete Application in Structural Elements”), which takes us to the analysis of one of the most important functions associated to the activity of Civil Construction Supervising Company’s.

The final part is (“Armed Concrete”), which fits conformity management, in the universe of civil construction activities (that are aimed by inspection plans, supervising plans and tests).

To approach this theme, at first, the supervising company’s activity is historically contextualised, having the Portuguese technologic development as a referential. The activity of supervising company’s is projected to the future, having as a target, the technologic innovation in civil engineer sector.

To understand the importance conferred to conformity management in civil construction works (both public and private works) is described the National System of Quality Management, crossing the quality politics, certification processes and having as target the inspection of concrete works. The final quality supervising, in concrete structures, is specially treated.

In the fourth’s chapter, are described the different methodologies of the supervising company’s quality systems. The objective of this theme, is to understand how the different intervenients, have an influence on control of the works in the field. Looking at the functional organization of those companies’s, we try to understand which operational links support the elaboration of conformity check-list (test and inspection proceedings).

Then, we do an exercise that consists in applying conformity supervise methodology, in concrete works. The exercise is based in the proceedings defined in the fourth’s chapter, and as permitted the creation of several Inspection Check-List.

At the end, we present the results of the application of those check-lists, expressing the strength and the weakness of their use, and proposing improvement actions.

**KEYWORDS:** National System of Quality Management, Methodologies to Supervise Works in Civil Construction, Inspection Plan, Conformity Check-List, Armed Concrete.

## ÍNDICE GERAL

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	i
<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. GENERALIDADES .....	1
1.2. APRESENTAÇÃO DOS OBJECTIVOS .....	2
1.3. CONTEXTO HISTÓRICO, ECONÓMICO E SOCIAL DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS .....	2
1.4. DINÂMICAS DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL .....	7
1.5. DESAFIO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA ENGENHARIA CIVIL .....	8
1.6. ESTADO ACTUAL DO CONHECIMENTO RELATIVAMENTE À PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS NO SECTOR DA ÁREA DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS .....	12
<b>2. QUALIDADE</b> .....	17
2.1. SISTEMA NACIONAL DA GESTÃO DA QUALIDADE .....	17
2.2. POLITICAS DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	18
2.3. SISTEMAS DE QUALIDADE DAS EMPRESAS DE FISCALIZAÇÃO .....	21
2.4. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EM TRABALHOS DE BETÃO ARMADO .....	23
2.5. MONITORIZAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE ESTRUTURAS EM BETÃO ARMADO .....	28
<b>3. TRABALHOS DE BETÃO ARMADO</b> .....	37
3.1. ESTADO ACTUAL DO DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO EM TRABALHOS DE BETÃO ARMADO .....	37
<b>4. METODOLOGIAS DA FISCALIZAÇÃO</b> .....	43
4.1. METODOLOGIAS DE TRABALHO NA COORDENAÇÃO DE OBRAS .....	43
4.1.1. ABERTURA DO PROCESSO .....	44
4.1.2. EXECUÇÃO DO PROCESSO .....	45
4.1.3. ENCERRAMENTO DO PROCESSO .....	46
4.1.4. ARQUIVO DA DOCUMENTAÇÃO .....	46
4.2. METODOLOGIAS DE TRABALHO NA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS .....	46



4.2.1. ABERTURA DO PROCESSO .....	47
4.2.2. EXECUÇÃO DO PROCESSO.....	48
4.2.3. ENCERRAMENTO DO PROCESSO .....	50
4.2.4. ARQUIVO DA DOCUMENTAÇÃO .....	50
<b>4.3. METODOLOGIAS DE TRABALHO PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE FISCALIZAÇÃO .....</b>	<b>50</b>
4.3.1. MODELO DO PROCEDIMENTO .....	51
4.3.2. SECÇÕES DO PROCEDIMENTO .....	53
4.3.3. REFERÊNCIAÇÃO DO PROCEDIMENTO.....	53
4.3.4. PAGINAÇÃO DO DOCUMENTO .....	54
4.3.5. CONTEÚDO GERAL DOS PROCEDIMENTOS .....	54
<b>4.4. METODOLOGIAS DE TRABALHO PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE INSPECÇÃO E ENSAIO EM TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>56</b>
4.4.1. DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO .....	58
4.4.2. ELABORAÇÃO DO PLANO DE INSPECÇÃO E ENSAIOS.....	58
4.4.3. ACTIVIDADES OBJECTO DE ACÇÕES DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO.....	60
4.4.4. EXECUÇÃO DO PLANO DE INSPECÇÃO E ENSAIOS .....	61
4.4.5. ALTERAÇÕES AO PLANO DE INSPECÇÃO E ENSAIOS .....	61
<b>5. METODOLOGIAS DE CONTROLO DE CONFORMIDADE .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1. METODOLOGIAS DE CONTROLO DE CONFORMIDADE EM TRABALHOS DE BETÃO ARMADO ...</b>	<b>63</b>
5.1.1. OBJECTIVOS .....	63
5.1.2. ÂMBITO.....	63
5.1.3. REFERÊNCIAS .....	63
5.1.4. RESPONSABILIDADES .....	63
5.1.5. PROCEDIMENTOS .....	64
5.1.6. NOTA TÉCNICA DESCRITIVA DA ACTIVIDADE .....	66
5.1.6.1. Descrição da Actividade .....	66
5.1.6.2. Métodos e Técnicas.....	67
5.1.6.3. Legislação e Normas Aplicáveis.....	94
5.1.6.4. Equipamentos de Ensaio e Controlo .....	96
5.1.6.5. Modelos e Boletins de Controlo a Utilizar.....	96
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>99</b>

<b>6.1. PIE – PEDIDO DE APROVAÇÃO DA BETONAGEM .....</b>	<b>99</b>
<b>6.2. PIE – CONTROLO DA BETONAGEM .....</b>	<b>101</b>
<b>6.3. PIE – CONTROLO DO PRÉ-ESFORÇO .....</b>	<b>103</b>
<b>6.4. PIE – CONTROLO DA MONTAGEM DE ARMADURAS .....</b>	<b>104</b>
<b>6.5. PIE – CONTROLO PRÉVIO À APLICAÇÃO DO BETÃO .....</b>	<b>106</b>
<b>6.6. PIE – CONTROLO DA COLOCAÇÃO DO BETÃO .....</b>	<b>109</b>
<b>6.7. PIE – PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA DESCOFRAGEM .....</b>	<b>111</b>
<b>6.8. PIE – CONTROLO DA DESCOFRAGEM .....</b>	<b>113</b>
<b>6.9. PIE – REGISTO DOS RESULTADOS DE ENSAIOS SOBRE BETÃO .....</b>	<b>115</b>
<b>6.10. PIE – CÁLCULO DA TENSÃO CARACTERÍSTICA DO BETÃO .....</b>	<b>116</b>
 <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	 <b>117</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Edifício Principal do LNEC – 1952.....	4
Fig. 2 - Expansão das instalações do LNEC, ao longo do tempo. ....	6
Fig. 3 - Base da Pirâmide da Competitividade Territorial. ....	11
Fig. 4 - Aplicação de betão com recurso a um camião bomba. ....	24
Fig. 5 - Montagem de moldes das paredes verticais de um reservatório de água e respectivo escoramento .....	25
Fig. 6 - Montagem de armaduras de uma laje de fundo de um reservatório .....	25
Fig. 7 - Aspecto da pré-fabricação de câmaras de manobra em betão armado. ....	26
Fig. 8 - Aspecto de um ensaio preliminar à consistência do betão (Slump-Test). ....	27
Fig. 9 - Aspecto geral dos provetes cúbicos (15x15cm) preparados durante a betonagem. ....	27
Fig. 10 - Vibração do betão durante a betonagem .....	27
Fig. 11 - Esquema de montagem para determinação do potencial de corrosão.....	30
Fig.12 – Esquema experimental da determinação da condutividade do betão pelo método dos quatro eléctrodos.....	31
Fig. 13 – Equação para o cálculo da resistividade. ....	31
Fig. 14 – Equação para o cálculo da resistência à polarização linear. ....	32
Fig. 15 – Esquema experimental da determinação da velocidade de corrosão pelo método da resistência à polarização linear.....	33
Fig. 16 - Fotografia do sistema Monicorr. ....	35
Fig. 17 - Metodologia de Trabalho para Coordenação de Obras.....	44
Fig. 18 - Metodologia de Trabalho na Fiscalização de Obras. ....	47
Fig. 19 - Metodologia de Trabalho para elaboração de procedimentos em equipas de Fiscalização. .	51
Fig. 20 - Metodologia de Trabalho para elaboração de procedimentos de inspecção e ensaio em trabalhos de Construção Civil. ....	57
Fig. 21 - Metodologia de Controlo de Conformidade em Trabalhos de betão Armado.....	66
Fig. 22 – Boletim de Controlo de Montagem de Armaduras. ....	69
Fig. 23 - Montagem de armaduras da laje de fundo de um reservatório de água. ....	70
Fig. 24 - Aspecto da cofragem interior das paredes de um reservatório de água. ....	70
Fig. 25 - Aspecto da cofragem exterior das paredes de um reservatório de água. ....	71
Fig. 26 - Aspecto do escoramento interior da cofragem de uma laje de cobertura.....	71
Fig. 27 – Boletim para Pedido de Aprovação de uma Betonagem.....	73
Fig. 28 – Boletim de Controlo Prévio à Aplicação de Betão.....	75

Fig. 29 - Descarregamento do betão para um camião bomba, para posterior aplicação nos moldes das paredes de um reservatório de água. ....	76
Fig. 30 - Betonagem da laje de fundo dos tanques (anóxido e arejamento) de uma ETAR – colocação do betão sem segregação, com recurso a bomba.....	77
Fig. 31 – Boletim de Controlo da betonagem. ....	78
Fig. 32 - Compactação do betão, com recurso a um vibrador eléctrico. ....	79
Fig. 33 – Aspecto de uma junta de betonagem com lâmina de estanquidade junta “Water Stop”. ....	80
Fig. 34 - Protecção superficial do betão (com anti-sol) após realização da descofragem, para evitar perda de água por evaporação. ....	81
Fig. 35 – Boletim de Pedido de Autorização da Descofragem. ....	82
Fig. 36 - Aspecto dos moldes interiores de um tanque de uma ETAR.....	83
Fig. 37 – Boletim de Controlo da Descofragem. ....	83
Fig. 38 - Tratamento superficial do betão – colmatção das “tigues” de fixação dos painéis de cofragem. ....	84
Fig. 39 – Boletim de controlo da Colocação do Betão.....	85
Fig. 40 - Ensaio de Recepção – Ensaio de Consistência com o “Cone de Abrams”. ....	87
Fig. 41 – Medição do abaixamento da amostra de betão, para avaliação da consistência. ....	87
Fig. 42 - Preparação dos provetes cúbicos de betão (15x15cm). ....	88
Fig. 43 - Aspecto final dos provetes cúbicos de betão, devidamente numerados, para posterior realização de ensaios de compressão.....	88
Fig. 44 – Boletim de Registo dos Ensaios Realizados Sobre Amostras de Betão.....	89
Fig. 45 – Boletim de Cálculo da Tensão Característica do Betão. ....	90
Fig. 46 – Boletim de controlo do Pré-Esforço. ....	91
Fig. 47 - Betonagem de um pavimento industrial, com auxílio de mestras. ....	93
Fig. 48 - Boletim de Autorização para Betonagem Preenchido (caso real).....	100
Fig. 49 - Boletim de Controlo de Betonagem Preenchido (caso real).....	102
Fig. 50 - Boletim de Controlo de Montagem de Armaduras Preenchido (caso real).....	105
Fig. 51 - Boletim de Controlo Prévio à Aplicação de Betão Preenchido (caso real). ....	108
Fig. 52 - Boletim de Controlo da Colocação do Betão Preenchido (caso real). ....	110
Fig. 53 - Boletim de Pedido de Autorização para Descofragem Preenchido (caso real). ....	112
Fig. 54 - Boletim de Controlo da Descofragem Preenchido (caso real). ....	114
Fig. 55 - Boletim de Registo dos Ensaios Realizados Sobre as Amostras de Betão Preenchido (caso real). ....	115
Fig. 56 - Boletim de Cálculo da Tensão Característica do Betão Preenchido (caso real).....	116

## ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)

Quadro 1 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim do pedido de aprovação de betonagem .....	101
Quadro 2 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo de betonagem .....	103
Quadro 3 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo do pré-esforço .....	104
Quadro 4 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de montagem de armaduras .....	106
Quadro 5 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo prévio à aplicação do betão .....	107
Quadro 6 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo da aplicação do betão .....	109
Quadro 7 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de pedido de autorização para descofragem .....	111
Quadro 8 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo da descofragem .....	113



## **SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

APPC – Associação Portuguesa de Projectistas e Consultores

A – Área

C - Coordenador

CEB – Comité Euro-Internacional do Betão

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

CL – Cloro

CE – Comunidade Europeia

CICC – Centro de Investigação em Ciências da Construção

CTPN – Comissões Técnicas Portuguesas de Normalização

CQAS – Conselho da Qualidade Ambiente e Segurança

DO – Dono de Obra

DP – Director de Projecto

EN – European Norm

E - Especificação

EPE – Empresa Pública do Estado

ET – Equipas Técnicas

ETA – Estação de Tratamento de Águas

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GT – Grupos de Trabalho

I – Intensidade (Amperes)

ISO – International Standard Organization

IST – Instituto Superior Técnico

I&D – Investigação e Desenvolvimento

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade

IPAC – Instituto Português da Acreditação e Certificação

INE – Instituto Nacional de Estatística

icorr – Velocidade de corrosão

L – Comprimento

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LPR – Resistência à Polarização Linear



MOP – Ministério de Obras Públicas

NP – Norma Portuguesa

ONN – Organismo Nacional de Normalização

ONS – Organismos de Normalização Sectorial

OHSAS – Occupational Health Safety Administration System

PIE – Plano de Inspeção e Ensaio

PG – Procedimentos de Gestão

PQE – Plano de Qualidade da Encomenda

PEE – Plano de Execução do Empreendimento

PAE – Plano de Arranque do Empreendimento

PVC – Policloreto de Vinilo

RCD – Resíduos da Construção e Demolição

RP – Responsável de Processo

RFEE – Relatório Final de Execução do Empreendimento

REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

SPQ – Sistema Português da Qualidade

SO<sub>4</sub> – Sulfato

SA – Sociedade Anónima

TF – Técnico Fiscal

V – Diferença de Potencial (Volt)

a e b – Parâmetros de Tafel

## INTRODUÇÃO

### 1.1. GENERALIDADES

Na sequência dos últimos desenvolvimentos ao nível dos graus académicos atribuídos no ensino superior, decorrentes fundamentalmente do Processo de Bolonha, pode considerar-se que a criação do Mestrado Integrado em Engenharia Civil como uma oportunidade de aprofundamento dos conhecimentos tecnológicos nas mais diversas áreas de especialização. Nesse contexto, para a selecção do tema que serve de base à presente tese, foi considerada a crescente importância dos métodos de controlo de conformidade nos trabalhos de construção civil, para a melhoria da qualidade de desempenho dos intervenientes no processo de gestão de uma empreitada.

A actividade das empresas de Fiscalização de Obras, consagrada oficialmente pelo Decreto-Lei 59/99 de 2 de Março, encontra-se intimamente dependente das metodologias de controlo de conformidade desenvolvidas para as diferentes actividades de construção civil. No artigo 180º do regime jurídico anteriormente referido, deliberam-se, entre outras, as seguintes funções no âmbito da actividade da Fiscalização (“Vigiar os processos de execução...Verificar o modo como são executados os trabalhos.”).

Nesta tese, pretende definir-se metodologias gerais para a actividade da Coordenação e Fiscalização de Obras e instruções de trabalho concretas para o controlo de conformidade de alguns trabalhos de construção civil. Na impossibilidade de estender, durante o período útil deste Mestrado Integrado em Engenharia Civil, o estudo destas metodologias à multiplicidade de tarefas existente, entendeu-se dirigir esta investigação sobre uma actividade transversal em todas as empreitadas de obras públicas e particulares – betão armado. Para tal, foram conciliadas diversas fontes de conhecimento entre as quais deverão destacar-se as Normas Portuguesas e Europeias que versam esta matéria, Especificações Técnicas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, a experiência acumulada ao nível do desempenho de funções na área de Fiscalização de Obras em empresas certificadas pela norma ISO 9001 (com Sistema de Qualidade implementado), realização de entrevistas a responsáveis pelo exercício de funções na área da Fiscalização (capazes de retratar a evolução das praticas nesta actividade ao longo das últimas décadas) e a consulta de referências bibliográficas relacionadas com a matéria abordada (as quais constam da parte final da presente tese).

## 1.2. APRESENTAÇÃO DOS OBJECTIVOS

- Aprofundar conhecimentos históricos relacionados com a génese da actividade dos Engenheiros Cíveis em Portugal;
- Contextualizar a actividade das empresas prestadoras de serviços na área da Fiscalização de Obras, no vasto sector da Construção Cível;
- Demonstrar conhecimentos acerca do estado actual do desenvolvimento da actividade de prestação de serviços na área da Fiscalização de Obras;
- Pesquisar informação técnica sobre a evolução tecnológica em relação aos trabalhos de betão armado;
- Descrição Geral do Sistema Nacional de Gestão da Qualidade e sua adequação à actividade das empresas prestadoras de serviços de Fiscalização de obras;
- Análise aos Sistemas de Qualidade das Empresas de Fiscalização e sua adequação aos trabalhos de betão armado;
- Apresentar metodologias gerais de trabalho para os diferentes intervenientes de uma equipa de Fiscalização (designadamente através da criação de fluxogramas e organogramas funcionais);
- Apresentar metodologias gerais de trabalho destinadas à elaboração de Procedimentos de Inspeção e Ensaio, conducentes à preparação de Boletins de Controlo de Conformidade;
- Implementar uma metodologia de elaboração de Procedimentos de Inspeção e Ensaio destinada ao controlo de conformidade de trabalhos de betão armado;
- Integrar na referida metodologia, o âmbito de aplicação da mesma, as referências normativas e legais que a sustentam, os procedimentos métodos e técnicas de trabalho comumente aceites para a sua execução;
- Com base na metodologia de trabalho destinada ao controlo de conformidade dos trabalhos de betão armado, atribuir responsabilidades aos diferentes intervenientes de uma equipa de Fiscalização;
- Apresentar resultados práticos da implementação da metodologia elaborada no âmbito da presente tese e discutir a sua utilidade e adequabilidade à actividade dos Fiscais de Construção Cível.

## 1.3. CONTEXTO HISTÓRICO, ECONÓMICO E SOCIAL DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

A História da Engenharia Cível, como vertente científica individualizada das demais áreas de conhecimento, ganhou identidade na sequência da Revolução Industrial e dos avanços científicos dos séculos XVIII e XIX. Concretamente em Portugal, teve origem no decreto Orgânico de 13 de Janeiro de 1837, referendado por Manuel de Silva Passos, através do qual a Academia Real da Marinha e Comércio do Porto se transformou em Academia Politécnica visando segundo aquele Ministro “...a necessidade de plantar as ciências industriais, que diferem muito dos estudos clássicos e puramente científicos...” [14].

Com a criação desta Academia, passaram a ser leccionados os cursos de Engenharia de Pontes e Calçadas, por influência da Escola de Paris detentora de nome semelhante. Na sequência de um projecto de lei apresentado nas cortes por Wenceslau de Lima em 1885, foi criado na Academia Politécnica do Porto o Curso de Engenheiros Cíveis e de Obras Públicas, Minas e Indústrias.

Depois da Revolução de 5 de Outubro de 1910, a academia Politécnica do Porto foi transformada em Faculdade de Ciências, tendo então anexa a Escola de Engenharia que, em 31 de Agosto de 1915, se separou passando a faculdade Técnica. Em Lisboa, também na sequência da Revolução de 5 de Outubro, foi criado em 1911 o Instituto Superior Técnico, por Decreto de 23 de Maio.

Os engenheiros saídos do Instituto Superior Técnico e da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto “distinguiram-se pela qualidade de formação em consequência da exigência associada aquelas instituições” [14].

Ao longo do século XX ocorreu em Portugal um progresso notável nos diversos sectores da engenharia civil Portuguesa, que importa destacar. São vectores decisivos da consolidação da actividade dos engenheiros civis em Portugal, o reforço empreendido ao nível do ensino da engenharia (com a criação em 1911 de dois estabelecimentos de ensino superior: a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e o Instituto Superior Técnico da universidade Técnica de Lisboa); o desenvolvimento da Investigação científica (através do LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil); o lançamento de grandes programas de obras públicas (imediatamente antes e após a 2ª Guerra Mundial e no final do século XX, após a adesão à União Europeia); o grande impulso no sector dos Serviços de Engenharia (sector no qual se enquadra a actividade da Fiscalização de Obras, versada na presente tese); a modernização das tecnologias utilizadas na construção e ao nível associativo, a transformação da Associação dos Engenheiros Civis (que herdou toda a experiência da engenharia militar) na Ordem dos Engenheiros (fundada no ano de 1936).

Podem distinguir-se quatro fases na história do ensino e da investigação em engenharia civil, no século XX, em Portugal.

A primeira fase correspondeu, conforme anteriormente referido, ao desenvolvimento do ensino da engenharia, baseado na criação, em 1911, pelo Ministro Brito Camacho, de dois estabelecimentos de ensino superior (FEUP e IST). Este último viria a beneficiar, através do seu primeiro director, Alfredo Bensaude, da influência das grandes escolas de engenharia da Europa Central.

Na segunda fase, Duarte Pacheco, que durante a sua curta vida ocupou os três lugares chave de Director do Instituto Superior Técnico, Presidente da Câmara Municipal de Lisboa e Ministro das Obras Públicas, reforçou o esforço empreendido ao nível da formação.

A terceira fase correspondeu à conjugação da actividade das duas primeiras com a investigação científica e desenvolvimento tecnológico, conduzida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), através do desenvolvimento do sector de investigação científica do Estado, na área da engenharia civil.

O LNEC foi criado em fins de 1946, pelo Ministro José Frederico Ulrich, ao fundir o Laboratório de Ensaio de Materiais (anteriormente existente no Ministério das Obras Públicas) com o Centro de Estudos de Engenharia Civil. Foi primeiro Director do LNEC Eduardo de Arantes e Oliveira, que no início do segundo quartel do século XX se afirmara, em Portugal, como pioneiro na área da engenharia sanitária. Nomeado posteriormente Ministro das Obras Públicas (1954), foi Manuel Rocha quem naturalmente lhe sucedeu.



Fig.1 – Edifício Principal do LNEC – 1952

A obra científica de Manuel Rocha e algumas das maiores contribuições do LNEC começaram por estar associadas a estudos das barragens de betão e dos respectivos maciços de fundação. Esses estudos foram baseados na técnica dos modelos reduzidos, face à inexistência de instrumentos de análise adequados nessa época (anos 40 e cinquenta). O excepcional sentido físico de Manuel Rocha levou-o a rejeitar desde cedo os modelos demasiadamente simplistas e a abordar, em 1952, as condições de semelhança para estruturas constituídas por materiais de comportamento mecânico não linear. Nestes estudos se baseou todo o desenvolvimento da técnica dos modelos reduzidos, que tornou o LNEC uma instituição de vanguarda nos estudos de barragens e dos sistemas barragem fundação. A estas últimas tem de associar-se o nome de Júlio Ferry Borges, cujas contribuições, nomeadamente as concepções originais sobre a teoria da segurança, o levariam à presidência do Comité Euro-Internacional do Betão (CEB). Em simultaneidade com o desenvolvimento do LNEC iniciou-se, nesta terceira fase, a expansão da actividade de consultoria e projectos, inspirada por professores de escolas de engenharia e por investigadores do LNEC.

A quarta fase correspondeu ao desenvolvimento da formação universitária no domínio da engenharia civil. Um dos percursos e dos melhores exemplos deste desenvolvimento foi Edgar Cardoso, a quem se deveu não só a formação de várias gerações de engenheiros de estruturas no IST, mas também a utilização em moldes originais de técnicas de modelos reduzidos em gabinete de estudos. No domínio da engenharia das estruturas, foi sobretudo na Universidade do Porto que se criou a tradição de uma formação científico-tecnológica de nível muito elevado.

Na FEUP, tal tradição deveu-se, em primeiro lugar, a Correia de Araújo, cuja actividade científica não se limitou somente à de docente, mas também à de autor de obras científicas, entre as quais avulta um tratado de elasticidade e plasticidade, que pode ser considerado um dos melhores publicados até então. Campos e Matos e Joaquim Sarmento vieram reforçar a acção de Correia de Araújo, revelando o primeiro, na sua tese de doutoramento, um domínio da análise matemática sem precedentes entre os engenheiros portugueses. No Departamento de Engenharia Civil do IST foi sobretudo no ensino da hidráulica que, devido a Alberto Abecassis Manzanares, cedo se criou uma tradição de excelência.

O advento dos computadores e das técnicas de elementos finitos, que o próprio LNEC implantou em Portugal, veio a tornar possível a resolução das equações dos modelos matemáticos da engenharia. Perdeu terreno a ideia até então reinante de que os modelos reduzidos eram mais fiéis que os matemáticos e que, ao utilizar estes se ganhava em economia, mas se perdia em rigor. Recorrendo aos

métodos computacionais e à sua automação passou-se de facto a ganhar, simultaneamente, em economia e rigor. Esta evolução favoreceu a emergência, no sistema de investigação científica nacional, do sector do ensino superior, na medida em que, contrariamente ao LNEC, as universidades não estavam preparadas para a investigação de carácter experimental. Deverá realçar-se o importante papel desempenhado pelo LNEC no lançamento desta quarta fase, não só formando cientistas pela formação (em quanto a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e o Instituto Superior Técnico de Lisboa, os formavam sobretudo para a investigação), como não hesitando em patrocinar a investigação fundamental, apesar da sua vocação de instituição de investigação aplicada e de desenvolvimento tecnológico.

O desenvolvimento da quarta fase “não teria sido evidentemente possível sem uma política do Estado, tendente a fomentar e avaliar a investigação no sector do ensino superior” [13].

“No século XX, em especial ao longo da sua segunda metade, ocorreu em Portugal um desenvolvimento notável no sector de serviços de engenharia”, tanto no domínio da elaboração de estudos e projectos, como no domínio da gestão da construção (domínio no qual a actividade da Fiscalização se insere) [1]. Concorreu para este desenvolvimento um conjunto de factores, dos quais se salientam os seguintes:

- O lançamento, após a 2.<sup>a</sup> Guerra Mundial, de grandes planos de obras públicas, especialmente no domínio dos aproveitamentos hidráulicos e das infra-estruturas de transportes (quer no Continente, quer nos territórios Ultramarinos);
- A industrialização do país em sectores básicos da economia, especialmente a partir da década de 50;
- O surto de desenvolvimento e modernização impulsionado pela adesão à Comunidade Económica Europeia.

Estes factores concorreram para a formação de um sector empresarial de consultoria de engenharia, desenvolvendo a sua actividade especialmente no domínio dos estudos e projectos, para responder às necessidades de uma forte expansão da procura (a que os serviços públicos que anteriormente asseguravam essa actividade deixaram de ter capacidade de resposta).

Desta forma, a partir da década de 50 verificou-se uma endogeneização de tecnologia, que levou a que o sector nacional da engenharia desenvolvesse capacidade para projectar qualquer tipo de obra (a nível nacional e internacional).

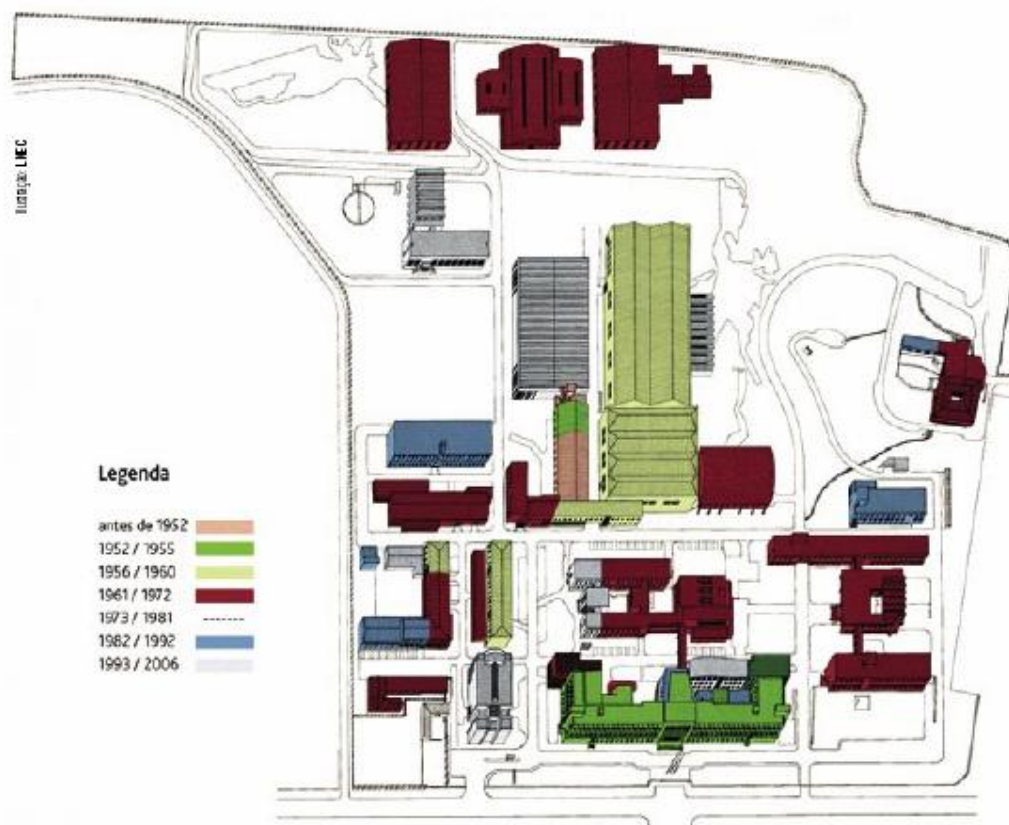


Fig.2 – Expansão das instalações do LNEC, ao longo do tempo.

Em 1975 o sector empresarial de engenharia constituiu uma associação, a APPC – Associação Portuguesa de Projectistas e Consultores, que integra actualmente cerca de 100 empresas associadas, nas quais se incluem as principais empresas do sector.

A partir da década de 80 verificou-se uma situação análoga à que havia ocorrido na actividade de estudos e projectos, desta feita no domínio da gestão da construção, especialmente na Coordenação e Fiscalização de Obras. Desta forma, o crescimento da procura destes serviços (por parte dos sectores público e privado) associado ao decréscimo da capacidade na generalidade dos serviços técnicos da administração pública, determinaram a criação de um sector empresarial de engenharia no domínio da gestão de empreendimentos de construção.

Neste período instalaram-se em Portugal grandes empresas internacionais de engenharia, “obrigando as empresas nacionais a desenvolver a sua actividade num ambiente de mercado totalmente aberto, caracterizado por uma concorrência muito forte” [2].

Chegamos desta forma ao século XXI com um sector empresarial de consultores de engenharia constituído por empresas de dimensão diversificada, qualificadas para cobrir as necessidades de mercado em todos os domínios de actividade, com provas dadas no projecto e gestão da construção das grandes obras de engenharia civil. Trata-se no seu conjunto, de um sector de serviços de conhecimento avançado, entrosado com o sistema de ciência e tecnologia, de importância estratégica no desenvolvimento do País e na internacionalização da sua economia, actuando como embaixador da tecnologia nacional.

É neste contexto de evidente evolução da Engenharia Civil, que a actividade das empresas prestadoras de Serviços de Fiscalização assume um papel de relevância para a melhoria contínua do desempenho dos diversos intervenientes das empreitadas. Relevância ao nível da consciencialização dos Donos de Obra, para os problemas decorrentes da má qualidade de determinados processos construtivos, procurando criar rotinas de verificação da conformidade dos trabalhos executados com vista à melhoria da qualidade final dos mesmos.

Essa relevância é ainda assumida ao nível da dissuasão dos Empreiteiros (Adjudicatários) em relação à sobreposição dos interesses económico-financeiros sobre a qualificação dos processos construtivos (e respectivos intervenientes). A actividade das empresas de Fiscalização foi reforçada, com a introdução de tecnologias inovadoras, com a mentalização da importância da gestão de empreitadas para o desenvolvimento económico e social de Portugal e ainda com a introdução de novas regulamentações ao nível das diferentes especialidades da Construção Civil.

#### **1.4. DINÂMICAS DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL**

Embora só a partir do final do século XIX os engenheiros surjam com maior frequência entre os quadros técnicos das diferentes indústrias, a sua intervenção na promoção das várias actividades económicas foi determinante pelos estudos que realizaram e pelas propostas que apresentaram sobre os diversos ramos industriais e sobre a valorização económica dos recursos naturais do país, nomeadamente ao nível do fornecimento energético, exploração mineira e aproveitamento industrial dos produtos agrícolas.

No final de oitocentos, a inclusão crescente de engenheiros nos quadros técnicos das empresas é cada vez mais assumida como uma condição do progresso tecnológico. Este facto traduz-se na criação de cursos de engenharia, como sucede na reforma de 1885 da Academia Politécnica do Porto. Os próprios engenheiros procuram responder aos desafios colocados pela indústria e, em 1898, a Associação dos Engenheiros Civis Portugueses, defende uma maior integração dos quadros técnicos superiores nas empresas.

“A construção de redes viárias, ferroviárias e portuárias contribuiu de forma significativa para a afirmação da Engenharia Civil” [1]. Os projectos e a direcção das obras de construção de estradas, que se iniciaram a partir da década de 1840, exigiam de vários engenheiros militares uma prática de engenharia civil, que ajudou a sedimentar a importância desta formação. Por seu lado, as obras de engenharia electrotécnica são, numa primeira fase, realizadas por engenheiros estrangeiros ou por engenheiros portugueses que haviam feito a sua formação nesta área no estrangeiro.

A acção dos engenheiros na indústria foi ainda ampliada pela sua participação na administração de muitas das mais importantes empresas portuguesas. No desempenho destes cargos, a sua intervenção prolongou-se em muitos casos para além das suas funções de gestores e fiscalizadores.

Neste capítulo importa referir o papel desempenhado pelas empresas de construção e pelos engenheiros civis no domínio das tecnologias da construção. Poder-se-ão referir períodos distintos de execução de grandes obras de engenharia, como é disso exemplo o que envolveu a construção de diversas barragens ao longo do território nacional, promovendo o desenvolvimento de tecnologias e o crescimento do número de engenheiros altamente qualificados.

Posteriormente, na sequência da nossa adesão a União Europeia, verificou-se uma grande dinamização na execução de obras nas áreas rodoviária, dos caminhos-de-ferro, dos aeroportos, fluvial, marítima, da engenharia sanitária, entre outras. Esta dinamização conduziu ao desenvolvimento de uma nova atitude dos nossos técnicos, que se traduziu na implementação em Portugal de tecnologias aplicadas



nos nossos congéneres europeus. “Tornou-se evidente que as empresas necessitariam de apostar na formação de técnicos especializados, de modo a poderem dominar as novas tecnologias proporcionando uma melhor rentabilidade dos equipamentos introduzidos”. Este fenómeno teve para os engenheiros civis um benefício evidente, resultando na absorção da quase totalidade de técnicos disponíveis na área da construção [2].

Tendo o sector crescido de forma significativa, tornou-se evidente a necessidade de evoluir noutros aspectos, nomeadamente na melhoria dos padrões de qualidade, desenvolvendo-se mesmo a tendência das empresas obterem certificação de qualidade, pressuposto necessário quando se fala na internacionalização das empresas.

Abordado que foi o tema da qualidade (tema ao qual foi atribuído um capítulo específico – CAP II), importa realçar a evolução empreendida na área da segurança, com a criação de legislação específica (resultante da transposição das respectivas directivas comunitárias) e a redução dos índices de sinistralidade.

No passado o sector da construção de obras públicas passou por um período em que o estado, apoiado por fundos comunitários, assumiu em pleno a iniciativa de execução e de financiamento da grande maioria das obras públicas e autárquicas.

Presentemente, verifica-se que o “Estado resolveu dar um maior impulso à construção de obras públicas em parceria com empresas privadas” [2]. Assim sendo, para uma parte significativa dos grandes empreendimentos, com forte impacte social no País, o Estado definiu como um dos seus principais objectivos a sua concessão à iniciativa privada. Nestas circunstâncias, formaram-se grupos concessionados que desenvolveram projectos globais que abrangem as seguintes componentes: projectos, financiamento, construção e exploração por períodos previamente estabelecidos, envolvendo na negociação empresas construtoras, projectistas e instituições bancárias.

A melhoria dos critérios de segurança das obras, a redução dos prazos de construção, o aumento da durabilidade das construções e a sua qualidade exigem efectivamente novos métodos de organização. Surge desta forma a necessidade de desenvolver não só novos equipamentos, mas também novos materiais e novas tecnologias que permitam a melhoria da execução dos empreendimentos, em equilíbrio com o meio envolvente. São exemplos dos novos equipamentos as tuneladoras, que necessitam de meios sofisticados de orientação como seja o laser, os equipamentos de movimentação de materiais, os equipamentos de pré-fabricação, as máquinas de elevação (particularmente as que são empregues em obras de reabilitação), entre outros exemplos.

### **1.5. DESAFIO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA ENGENHARIA CIVIL**

As inovações e, em particular as inovações tecnológicas têm sido os principais motores da melhoria sem precedentes dos padrões de vida dos países desenvolvidos desde a Revolução Industrial.

Desde a segunda metade do século XIX, a mais importante fonte de crescimento económico nos países desenvolvidos teve origem na tecnologia com base científica, nos domínios da electricidade, da combustão interna, da electrónica, da energia nuclear e da biologia, entre outros. Quando consideramos o desenvolvimento dos países industrializados a longo prazo, parece haver uma complementaridade perfeita entre tecnologia, por um lado e stocks de capital e de trabalho, por outro. O modelo neoclássico de crescimento económico, desenvolvido em grande escala por Solow, formaliza esta ideia propondo uma conceptualização do crescimento com base em dois factores de produção, capital e trabalho, e também num fluxo exógeno das novas tecnologias, que funciona como factor de crescimento a longo prazo.

Os modelos nos quais a tecnologia é o factor fundamental de crescimento, não são contudo aplicáveis a todas as realidades económicas e culturais, pelo que a geração de inovação é assimétrica à escala mundial. O aumento do número de inovações correlaciona-se fortemente com o impulso do rendimento médio em todo o mundo, pelo que a explosão de criação de conhecimento se encontra concentrada em algumas regiões do mundo (Europa, Estados Unidos da América, China e Japão), facto que gerou igualmente a concentração dos respectivos rendimentos nesses territórios.

Actualmente os novos conhecimentos são disseminados de forma mais célere e abrangente, comparativamente a períodos anteriores. Os avanços das tecnologias de informação e das telecomunicações permitiram uma redução dos custos de produção, difusão e processamento de informação. Concretamente, poderá utilizar-se este facto real *“Nos anos 60, um cabo transatlântico podia suportar 168 conversas por minuto, enquanto hoje um cabo de fibra óptica permite suportar 1,5 milhões de conversas, reduzindo o custo por minuto da chamada de telefone internacional de perto de perto de três dólares para menos de um cêntimo.”* [1].

Assim, pode dizer-se que a inovação ocorre à medida que as tecnologias nucleares se tornam cada vez mais difundidas e influenciam domínios cada vez mais vastos da produção e distribuição. Quando ocorre um avanço tecnológico de grande impacte, perturbando as tecnologias nucleares existentes e as formas dominantes de organização económica, surge então um novo paradigma técnico-económico. A substituição das tecnologias basilares do paradigma antigo cria uma nova onda de inovações e invenções e já não está mais ligado às tecnologias basilares do paradigma anterior. Assim, quando ocorre uma mudança num paradigma técnico-económico, temos não apenas um “efeito de substituição”, mas também uma expansão da fronteira criativa que permite a emergência de novas tecnologias.

Vários autores, trabalhando em cooperação e independentemente, desenvolveram a teoria dos paradigmas técnico-económicos que se pode considerar que teve origem em Shumpeter, para quem as expectativas de lucros levariam o “empreendedor” a inovar. A motivação do empreendedor para inovar é gerada pela posição monopolística temporária, a partir da qual o inovador tiraria benefícios. Shumpeter considerava esta posição temporária, na medida em que as vantagens desta posição privilegiada provavelmente “definhariam o vértice da competição que flui depois delas”, visto que outras empresas copiarão o inovador [14].

Se cruzarmos os paradigmas técnico-económicos com a geografia, começamos então a juntar as ideias de trajectória tecnológica e do sistema nacional de inovação. Os dois primeiros paradigmas técnico-económicos foram liderados pela Grã-Bretanha (mecanização inicial, energia a vapor e caminhos de ferro). Neste contexto, os Estados Unidos da América, o Japão e a Alemanha, por exemplo, foram “retardatários”. Contudo, tornaram-se líderes no terceiro paradigma técnico-económico (Engenharia electrotécnica pesada). O Japão liderou o quarto paradigma (produção em massa) e os Estados Unidos da América o quinto (tecnologias de informação e comunicação) [1].

Focando agora a forma como a engenharia em Portugal se desenvolve ao longo do século XX e início do século XXI, importa salientar dois tópicos determinantes para essa análise (a globalização e a emergência de uma sociedade de aprendizagem).

A globalização corresponde à integração crescente das economias mundiais, que tem sido facilitada e promovida por mudanças institucionais (organizações à escala global) e tecnológicas (meios de comunicação). Esta integração tem levado a um crescimento do comércio mundial, a transacções financeiras mais abertas, a níveis mais elevados de fluxos de investimentos internacionais e à interdependência crescente de grandes empresas, entre outros factores económicos.

“A globalização é uma tendência inevitável que Portugal bem conhece” [11]. Alguns passos importantes dados no sentido de envolver o país na economia global incluem a integração na União Europeia em 1986, bem como o envolvimento como membro fundador do Euro em 1999.

Alguns marcos simbólicos são a organização da exposição mundial de 1998 em Lisboa (EXPO98), 500 anos após a viagem de descoberta do caminho marítimo para a Índia por Vasco da Gama. Alguns sectores importantes da economia portuguesa são competitivos em mercados mundiais, estando actualmente várias empresas e investidores nacionais envolvidos em investimentos internacionais. A inovação pode de facto ser promovida apenas se as vantagens comparativas impulsionarem os recursos económicos para actividades que permitam e promovam o crescimento (I&D, maior variedade de produtos, melhor qualidade de produtos e serviços, investimentos em capital humano).

O segundo aspecto que importa tratar, diz respeito ao facto de podermos actualmente afirmar que o sucesso das pessoas, empresas, localidades, nações e regiões depende da sua capacidade de “aprender” [1]. A tendência é para um interesse crescente sobre como promover uma sociedade de aprendizagem, reflectindo a causa circular cumulativa entre o aumento rápido da taxa de mudança e um regime visando promover a selecção de agentes, organizações e regiões orientados para a mudança.

O ciclo de vida das capacidades e competências torna-se mais curto, e é por isso que a competitividade reflecte cada vez mais a capacidade de esquecer velhas valências e aprender as novas. O lado negativo da sociedade de aprendizagem é a exclusão de indivíduos com grau de aprendizagem mais lento e de pessoas e localidades bloqueadas por capacidades desactualizadas e rígidas.

No que diz respeito ao caso Português, pode dizer-se que o nível absoluto dos indicadores que mostram até que ponto Portugal está empenhado na economia do conhecimento é relativamente baixo, contudo, o crescimento recente tem sido notável [1].

Na economia baseada no conhecimento, o desempenho em ambientes competitivos depende da qualidade dos recursos humanos (nomeadamente da sua especialização, das suas competências, do nível educativo e da capacidade de aprendizagem) e das actividades e incentivos que são orientados para a criação e difusão de conhecimento.

A este respeito a situação de Portugal é claramente deficitária. Equacionar a qualidade dos recursos humanos com níveis educativos, é claramente uma caracterização incompleta. No entanto, é razoável esperar que o nível educativo seja associado à qualidade dos recursos humanos e ao capital humano. Para além do capital humano, que corresponde à agregação da capacidade individual para acumular conhecimento, desenvolver uma capacidade colectiva de aprendizagem (como foi sugerido por Wright no contexto do desenvolvimento de uma capacidade nacional de aprendizagem nos Estados Unidos da América) é tão importante, senão mais ainda, do que a aprendizagem individual.

De acordo com o estudo realizado por Paulo Mateus, na “pirâmide” da competitividade territorial identificam-se um conjunto de factores de significativa relevância, no contexto do desenvolvimento económico sustentado [23].

A base da referida “pirâmide” (imagem 3) é composta por um conjunto de bases de sustentação, entre as quais destacamos a demografia, a dinâmica do mercado de trabalho, as qualificações, a inovação, a dinâmica empresarial, a especialização produtiva e um conjunto de infra-estruturas de apoio à produtividade. Importa para este capítulo, aprofundar a temática da inovação no contexto da competitividade, transpondo essa noção para a mudança tecnológica no sector da construção civil.

Na análise à capacidade de inovação de um determinado sector de actividade, importa avaliar fundamentalmente o peso das empresas de I&D, o grau de transformação da produção, a remuneração média do trabalho e o coeficiente capital emprego, entre outros indicadores de competitividade.

*De acordo com o estudo supracitado “Sendo inquestionável a importância da inovação para a competitividade das empresas, o facto de se estar perante um factor essencialmente imaterial, dificulta grandemente a sua quantificação. Assim, procura-se através dos indicadores apresentados avaliar a questão da inovação, mesmo que por vezes de forma indirecta. A inovação resulta normalmente de um bem sucedido processo de investigação e desenvolvimento, o peso das empresas de I&D, procura desta forma avaliar o potencial, ou seja, é preferencialmente um indicador de input. O coeficiente capital produto pretende avaliar a capacidade capitalística da região, enquanto o grau de transformação pretende ser um indicador de output, avaliando a capacidade das empresas da região em concederem valor acrescentado aos produtos. A inovação apresenta-se como um processo exigente em mão-de-obra qualificada, logo, assumindo que a remuneração média dos trabalhadores é proporcional aos seus graus de qualificação, adoptou-se a remuneração média como outro dos indicadores. Os indicadores abaixo representados que, como referido anteriormente, avaliam distintas componentes da inovação e como tal são complementares, apresentam consideráveis diferenças na distribuição regional. O peso das empresas em I&D surge mais concentrado na faixa litoral do território nacional, resultado da existência de uma massa crítica mínima necessária a este processo que geralmente está concentrada nos grandes centros urbanos. O grau de transformação da produção, mais dependente do tipo de sector onde a região é especializada, não apresenta uma distribuição geográfica com ruptura litoral-interior. A relação entre a dotação deste factor e o nível de competitividade atingido pelas regiões é bastante elevada, o que reforça a ideia explícita na elaboração da pirâmide de que a qualificação, quer de recursos humanos, quer de processos produtivos (inovação), constituem factores associados e decisivos à competitividade” [23].*

Transpondo este princípio, da competitividade assente na inovação tecnológica, para a actividade das empresas de Fiscalização de Obras, verifica-se que a aposta em I&D assume uma inquestionável preponderância, não só pela necessidade de actualização em relação aos novos materiais e equipamentos lançados no mercado (controlo de qualidade e conformidade), mas igualmente pela estrita relação existente entre as empresas de Fiscalização e os Laboratórios de Ensaios. A necessidade de actualização em relação à normalização nacional/europeia implica igualmente um significativo investimento em I&D.

A análise à distribuição regional das empresas de consultoria, nas vertentes projecto e fiscalização, leva-nos a concluir que, à semelhança de outros sectores de actividade com elevada dependência em I&D, se manifesta uma significativa concentração na faixa litoral do território nacional. Nas áreas metropolitanas de Lisboa e Porto, concentram-se as empresas de fiscalização portuguesas de maior dimensão, bem como as delegações das empresas de consultoria multinacionais. Esta distribuição regional, típica do panorama produtivo nacional, está em certa medida associada à localização dos centros de promoção de I&D (Universidades, Laboratórios, etc.) e à consequente fixação da mão-de-obra qualificada. Por outro lado, a referida distribuição regional está associada à concentração das empreitadas de obras públicas e particulares de maior dimensão, na faixa litoral. Este cenário resulta da centralização dos investimentos públicos nesta área territorial (apoios comunitários e QREN), constituindo igualmente a explicação mais plausível para os diferenciais remuneratórios patentes entre as duas regiões anteriormente referidas.

A necessidade de acorrer a projectos e empreitadas em zonas localizadas no interior do território nacional, é colmatada pela deslocalização temporária dos recursos que estão aglomerados na faixa litoral urbana. Este processo de gestão de recursos aplica-se igualmente aos projectos e empreitadas desenvolvidas em países subdesenvolvidos ou em vias de desenvolvimento, facto que em nada contribui para o impulsionamento da produção de I&D nesses territórios.

Neste contexto, parece evidente que a actividade das empresas de Fiscalização impulsiona o desenvolvimento tecnológico, pelo ênfase dado ao controlo de conformidade de processos e produtos.

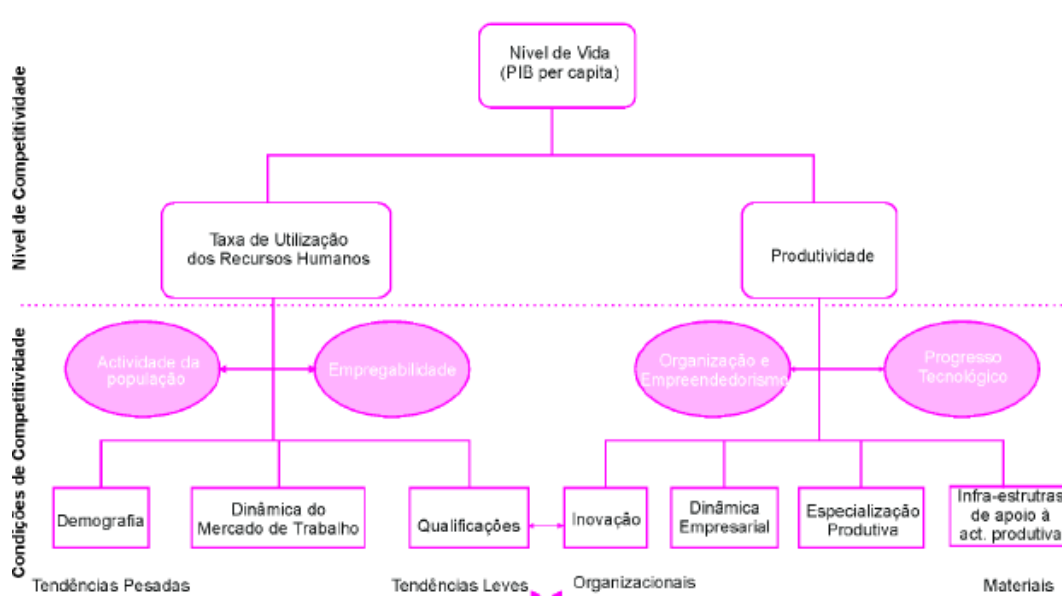


Fig.3 – Base da Pirâmide da Competitividade Territorial

## 1.6. ESTADO ACTUAL DO CONHECIMENTO RELATIVAMENTE À PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS NO SECTOR DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

De acordo com as orientações transmitidas no âmbito da Disciplina de Fiscalização de Obras (Opção Livre do 5.º ano do curso de Engenharia civil da FEUP), define-se “a engenharia de serviços como sendo todo o conjunto de metodologias destinadas a otimizar a relação entre entidades intervenientes numa prestação de serviços” [24].

As entidades intervenientes anteriormente referidas são, no caso concreto das empreitadas de obras (públicas e particulares), o Dono de Obra (Adjudicante), o Empreiteiro (Adjudicatário), Projectista (Autor do Projecto de Execução) e a Fiscalização (cuja função é de clarificação e agilização da relação entre as restantes entidades, na perspectiva da defesa dos interesses supremos do Dono de Obra)

Outro conceito que integra a definição anteriormente apresentada é o das metodologias destinadas a otimizar a relação entre os intervenientes de uma empreitada. Importa escarpelizar este conceito, na perspectiva de enquadrar a actividade das empresas prestadoras de serviços de fiscalização de obras, subdividindo-o num conjunto de áreas funcionais ou prestativas:

- Área Funcional de Conformidade;
- Área Funcional Economia;
- Área Funcional Planeamento;
- Área Funcional Informação/Projecto;
- Área Funcional Licenciamento/Contrato;
- Área Funcional Segurança;
- Área Funcional Qualidade.

Os interesses das três entidades responsáveis pela promoção, execução da empreitada (Dono de Obra, Empreiteiro e Projectista) são habitualmente divergentes, pelo que a geração de consensos é particularmente complexa. O Dono de Obra, como promotor e gestor da empreitada, pretende executar a obra minimizando os custos e atrasos na realização da mesma, sem que para tal seja afectada a qualidade final dos trabalhos. O Empreiteiro, como entidade executante, pretende maximizar os lucros decorrentes da empreitada, mesmo que para tal tenha de ignorar disposições normativas e contratuais definidas em fase de concurso (designadamente as que estão estabelecidas no Cadernos de Encargos do Projecto de Execução). O Projectista, como responsável pela elaboração do projecto de execução, tendo estabelecido honorários pelo trabalho desenvolvido em fase de licenciamento, pretende maximizar lucros decorrentes do acompanhamento da empreitada, esclarecimento de dúvidas de projecto e elaboração de alterações, sugeridas pelo Empreiteiro ou pelo Dono de Obra.

Neste contexto, a Fiscalização tem um papel regulador dos interesses anteriormente citados, clarificando os objectivos associados às iniciativas das diferentes entidades envolvidas e prestando consultoria ao Dono de Obra, designadamente ao nível da emissão de pareceres técnicos. A actividade da Fiscalização, deve ser pautada por uma conduta irrepreensível do ponto de vista ético e deontológico, para que a sua acção se revista de autoridade, responsabilidade e idoneidade. Como regra de orientação na actividade da Fiscalização, devemos ainda incluir a sua função de revisor do projecto, a qual deverá preferencialmente ter início antes da implementação do projecto no terreno. As empresas prestadoras de serviços na área da Fiscalização possuem metodologias de aferição de erros, omissões e incompatibilidades existentes no conjunto das peças (desenhadas e escritas) do projecto de execução. Outra das suas competências, na fase que precede a execução da empreitada, é a da organização da contratação, que consiste no apoio ao Dono de Obra na organização do processo de concurso, no processo de selecção de empreiteiros e na elaboração do contrato de empreitada.

O espectro de agentes da Fiscalização nas empreitadas, tem vindo a ser alargado em função das exigências de garantia de qualidade impostas pelas Entidades Licenciadoras e Promotoras dos empreendimentos. A este nível destacam-se os seguintes agentes (os quais poderão ter diferentes tempos de afectação às equipas e obras nas quais estão inseridos):

- Director/Coordenador da Fiscalização;
- Responsável pela Área Funcional/Chefe da Equipa de Fiscalização;
- Fiscal (controlo da conformidade de trabalhos na frente de obra);
- Administrativo (tarefas de organização e gestão da informação e correspondência);
- Técnico (Topografia, Medições, Desenho, Ensaios, etc.);
- Especialista (funções de acessória ao nível das respectivas especialidades, Electrotecnia, Estruturas, Mecânica, Comunicações, Ventilação, Geotecnia, Hidráulica, Térmica, Acústica, etc.)

Retomando a temática das áreas funcionais associadas à prestação de serviços de Fiscalização de Obras, importa escarpelizar o âmbito de intervenção de cada uma das áreas funcionais.

A Área Funcional de Conformidade incide fundamentalmente ao nível dos mecanismos e controlo e inspecção dos trabalhos executados em obra. O controlo da conformidade tem como aspiração suprema a garantia de que o projecto de execução será escrupulosamente implementado, do ponto de vista quantitativo e do ponto de vista qualitativo. Deverá garantir-se a observância das especificações inscritas no Caderno de Encargos e das demais normas regulamentares vigentes, através da criação de

rotinas que orientem a acção dos representantes da Fiscalização em obra. O corolário da sistematização dessas rotinas é a criação de “Fichas de Conformidade”.

A Área Funcional Economia abrange um conjunto de procedimentos da Fiscalização associados ao controlo de custos da empreitada. Este controlo de custos reúne a verificação das contas que integram a proposta contratual (verificação periódica, designadamente através da emissão de autos de medição mensais); a análise de “trabalhos a mais” (trabalhos contratuais que excedem a quantidade prevista na proposta de empreitada); a análise de “trabalhos a menos” (trabalhos contratuais que não são realizados); a análise de “trabalhos extra-ordinários (trabalhos de natureza diferente daqueles que constam da proposta de empreitada); o cálculo de multas (em conformidade com o que se encontra descrito no Decreto-Lei 59/99 de 2 de Março e nas Cláusulas Jurídicas do Caderno de Encargos); a revisão dos preços contratuais (mecanismo previsto no Decreto-Lei 59/99, para salvaguarda das partes envolvidas na Empreitada relativamente às variações de preços unitários dos trabalhos da empreitada); a concessão de adiantamentos ou prémios (necessariamente precedida de acordo com o Dono de Obra) e a verificação de facturas emitidas pelo Adjudicatário (com base nos valores aprovados pelo Dono de Obra nos respectivos autos de medição). Para além dos procedimentos da Área Funcional Economia anteriormente citados (encarados como obrigatórios em qualquer empreitada de obras públicas/particulares), deverá considerar-se a emissão de previsões de custos da empreitada ao Dono de Obra (designadamente pela apresentação de antevisões de adicionais ao contrato de empreitada, verificando se esse valor global excede em percentagem os 15% do valor da proposta contratual - a partir dos quais são accionadas auditorias por parte do Tribunal de Contas, ou os 25% do valor da proposta contratual – estabelecidos no Decreto-Lei 59/99 como limite máximo admissível para custos adicionais para as empreitadas de obras públicas) e a apresentação de análises ao desvio orçamental (que consiste na comparação entre o Cronograma Financeiro elaborado em fase de concurso e os valores de facturação real) [5].

A Área Funcional Planeamento abrange um conjunto de procedimentos da Fiscalização associados ao controlo dos prazos de execução da empreitada. Os instrumentos de controlo dos prazos da empreitada têm como referência o Plano de Trabalhos da Empreitada, o qual é aprovado pelo Dono de Obra mediante parecer técnico da Fiscalização. O Controlo do Plano de Trabalhos aprovado compreende a verificação das durações das tarefas, o controlo do encadeamento das actividades inscritas no Plano de Trabalhos e a sugestão de alterações conducentes à revisão do mesmo. Um dos instrumentos de controlo dos prazos da empreitada comumente estabelecido nos Cadernos de Encargos das Empreitadas é a realização de balizamentos mensais ao Plano de Trabalhos. Estes balizamentos necessitam da introdução de um conjunto de dados (INPUT – datas de início real das tarefas, percentagens de execução das tarefas e datas de conclusão real das tarefas), tendo como objectivo a obtenção de resultados (OUTPUT – data de conclusão prevista para a empreitada, desvios de prazos de execução das tarefas). A previsão de atrasos na execução dos trabalhos da empreitada é obrigação da Fiscalização, a qual deverá advertir formalmente o Adjudicatário em relação às situações de maior criticidade.

A Área Funcional Informação/Projecto abrange um conjunto de procedimentos da Fiscalização associados à gestão da informação que circula entre os diferentes intervenientes na empreitada. Nesta tarefa a Fiscalização funciona como “pivot” no controlo da condução da informação da obra, esteja ela relacionada com a troca de correspondência entre os intervenientes da empreitada, com a introdução de alterações ao projecto de execução, com a solicitação de esclarecimentos relativos ao projecto, com a apresentação de propostas de preços, com a aprovação de materiais e equipamentos destinados à empreitada ou com a discussão de prazos de execução dos trabalhos, entre outros temas associados à gestão de informação na empreitada.

A Área Funcional Licenciamento/Contrato abrange um conjunto de procedimentos da Fiscalização associados à garantia de cumprimento dos actos contratuais, burocráticos e legais inscritos no Decreto-Lei 59/99 de 2 de Março. Do ponto de vista dos actos contratuais, que compreendem a elaboração e assinatura do contrato de empreitada, aferição do respeito pelas cláusulas contratuais ao longo da empreitada, elaboração de possíveis aditamentos às referidas cláusulas contratuais e condução de eventuais resoluções contratuais (por mútuo acordo ou por incumprimento de uma das partes envolvidas). Os actos integrados nesta área funcional que se encontram associados ao licenciamento da empreitada por parte de entidades externas à mesma abarcam a obtenção de licença de construção, o acompanhamento de vistorias realizadas por parte de entidades extrínsecas à empreitada (Câmaras Municipais, Serviços Municipalizados, Portugal Telecom, EDP – Electricidade de Portugal, entre outras), a actualização e validação do Livro de Obra, a realização de vistorias para efeitos da recepção provisória da empreitada (incluindo a elaboração de autos de vistoria) e a obtenção de licença de utilização. Em paralelo com as acções anteriormente referidas, deverá ainda referir-se um conjunto de actos legais inscritos no Decreto-lei 59/99 de 2 de Março, designadamente a Adjudicação da Empreitada (Auto de Adjudicação elaborado pelo Dono de Obra), a Consignação da Empreitada (formalizada por intermédio de auto próprio, que estabelece a data a partir da qual se dá início à contagem do prazo da empreitada), a elaboração de autos de multa, autos de suspensão de trabalhos (formalizando a suspensão dos trabalhos por parte do Dono de Obra), a recepção provisória da empreitada (estabelecendo a data a partir da qual se dá início à contagem do prazo de garantia da empreitada), a elaboração do auto de fecho de contas e a recepção definitiva da empreitada (5 anos após realização da recepção provisória - data partir da qual expira o prazo de garantia da empreitada) [5].

A Área Funcional Segurança abrange um conjunto de procedimentos da Fiscalização associados à garantia de cumprimento do Plano de Segurança aprovado pelo Dono de Obra (identificando “não conformidades” ao nível das condições de higiene e segurança do estaleiro e promovendo eventuais aditamentos ao Plano de Segurança – Procedimentos para Trabalhos com Riscos Especiais) e ao reforço do papel desempenhado pela Coordenação de Segurança ao nível da verificação do cumprimento da Legislação de Segurança (designadamente o Decreto-Lei 273/2003).

A Área Funcional Qualidade abrange um conjunto de procedimentos da Fiscalização associados ao cumprimento dos Planos de Qualidade da Empreitada e da Fiscalização. As empreitadas de obras públicas desenvolvem-se habitualmente entre empresas com certificação de qualidade (norma ISO9001), pelo que a elaboração de um Plano de qualidade para a empreitada em causa constitui um instrumento fundamental para referência dos procedimentos a implementar para garantia da qualidade dos trabalhos (pela aprovação de materiais e equipamentos a incorporar em obra, bem como pela definição de um Plano de Inspeção e Ensaio comumente aceite pelos diferentes intervenientes da empreitada). As Empresas Prestadoras de Serviços de Fiscalização de Obras, como empresas certificadas, possuem um Plano de Qualidade Interno que estabelece os procedimentos orientadores da sua actividade (e respectivos modelos de aplicação).





## 2

### QUALIDADE

#### 2.1. SISTEMA NACIONAL A GESTÃO DA QUALIDADE

Com a criação do Instituto da Qualidade (IPQ), através do Decreto-Lei n.º 183/86, de 12 de Julho, o Estado dotou-se de um organismo nacional responsável pelas actividades de normalização, certificação e metrologia, bem como pela unidade de doutrina e acção do Sistema Nacional de Gestão da Qualidade, instituído pelo Decreto-Lei n.º 165/83, de 27 de Abril.

As preocupações crescentes ao nível mundial no domínio da qualidade, quer como factor determinante para a produtividade e competitividade das actividades dos agentes económicos e do Estado, quer como elemento essencial para a qualidade de vida dos cidadãos, geraram a necessidade de se proceder a ajustamentos orgânicos no IPQ, por via do Decreto regulamentar n.º 56/91, de 14 de Outubro.

Desde a publicação daquele diploma, foram progressivamente atribuídas ao IPQ maiores responsabilidades de intervenção e de coordenação ao nível da responsabilidade do Estado enquanto promotor e facilitador da modernização do tecido empresarial português, facto que levou a um novo ajustamento orgânico através do Decreto-Lei n.º 113/2001, de 7 de Abril.

O Sistema Nacional da Qualidade (SPQ), criado pelo Decreto-Lei n.º 234/93, de 2 de Julho, e revisto pelo Decreto-Lei n.º 4/2002, de 4 de Janeiro, assume-se como uma estrutura de âmbito nacional, que engloba de forma integrada, as entidades que congregam esforços para a dinamização da qualidade em Portugal, assegurando a coordenação dos três subsistemas: a normalização, a qualificação e a metrologia. Neste sentido, o SPQ assume o objectivo de garantir e desenvolver a qualidade através de todas as entidades que, voluntariamente ou por inerência de funções, intervenham nos vários sectores da sociedade.

A normalização enfrenta, hoje em dia, grandes desafios no que respeita à assumpção por parte de operadores económicos da aplicação de normativos consagrados mundialmente, factor essencial à conquista e penetração sustentável nos mercados, interno e externo, cada vez mais exigentes quanto à qualidade das organizações e dos produtos, bem como quanto a preços mais competitivos.

A metrologia, outra área privilegiada de actuação do IPQ, assume particular importância para a garantia da qualidade de um número infindável de produtos e serviços que estão ao dispor dos cidadãos e das empresas. Similarmente, em função do grau de intervenção da metrologia na economia e no comércio, exige-se maior confiança aos aparelhos e instrumentos usados nessas áreas.

Como último factor evolutivo, salienta-se a criação do Instituto Português de Acreditação, (IPAC), na sequência de imperativos comunitários, o que conduz à saída da esfera do IPQ das atribuições no âmbito da acreditação ou reconhecimento da competência técnica dos agentes de avaliação da conformidade actuantes no mercado, e que irá permitir ao IPQ diversificar os serviços que presta no âmbito do SPQ, até então potencialmente conflituantes com aquela sua área de actuação. Neste

contexto, o Decreto-Lei n.º 140/2004, de 8 de Junho de 2004, marca o início da reestruturação do IPQ [6].

Importa ainda abordar a actividade do IPQ, como Organismo Nacional de Normalização (ONN), no quadro do Sistema Português de Qualidade (SPQ) – Decreto-Lei n.º 142/2007 de 27 de Abril. No contexto anteriormente referido o IPQ coordena a actividade normativa nacional, com a colaboração de Organismos de Normalização Sectorial (ONS) reconhecidos para o efeito. É da responsabilidade do IPQ a aprovação e disponibilização do Programa de Normalização (PN), o qual é preparado pelos (ONS), bem como a aprovação e homologação das Normas Portuguesas.

O objectivo da normalização é o estabelecimento de soluções, por consenso das partes interessadas, para assuntos que possuem carácter repetitivo, tornando-se uma ferramenta poderosa na auto-disciplina dos agentes activos dos mercados, ao simplificar os assuntos, demonstrando ao legislador a eventual necessidade de produzir regulamentação específica em matérias não cobertas pelas normas. Qualquer norma é considerada uma referência idónea do mercado a que se destina, sendo por isso usada em processos tão díspares como:

- Legislação;
- Acreditação;
- Certificação;
- Metrologia;
- Informação Técnica;
- Relações Comerciais Cliente-Fornecedor.

No caso particular das Normas Portuguesas (NP), poderá afirmar-se claramente que estas são elaboradas por Comissões Técnicas Portuguesas de Normalização (CTPN), pelas quais é assegurada a possibilidade de participação de todas as partes interessadas, conforme a Directiva CNQ 2/1999.

Por definição, as (NP) são de carácter voluntário, salvo nos casos em que se verifica a existência de um diploma legal que as torne de cumprimento obrigatório. As (NP) entram em vigor no dia seguinte ao da sua referência na publicação do IPQ (pela designada “Lista Mensal”). De realçar que são consideradas Normas Portuguesas as NP, NP EN, NP EN ISO, NP ENV e NP ISO. São igualmente consideradas Normas Portuguesas todas as, EN e EN ISO integradas no acervo normativo nacional por via da sua adopção.

## **2.2. POLITICAS DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Com base na norma ISO 9004/2000, são 8 os princípios de gestão da qualidade:

1. PRINCÍPIO 1 – Focalização do Cliente;
2. PRINCÍPIO 2 – Liderança;
3. PRINCÍPIO 3 – Envolvimento das Pessoas;
4. PRINCÍPIO 4 – Abordagem por Processos;
5. PRINCÍPIO 5 – Abordagem da Gestão como Sistema;
6. PRINCÍPIO 6 – Melhoria Contínua;
7. PRINCÍPIO 7 – Abordagem à Tomada de Decisões Baseadas em Factos;

## 8. PRINCÍPIO 8 – Relações Mutuamente Benéficas com Fornecedores;

### **PRINCÍPIO 1 – Focalização do Cliente**

As organizações dependem fundamentalmente dos seus clientes, pelo que deverão ser as principais interessadas na satisfação e superação das suas expectativas. Este facto deverá despoletar um acréscimo de interesse ao nível da pesquisa das necessidades dos clientes, divulgando de forma eficiente as referidas expectativas dos clientes por toda a organização. A organização deverá proceder à avaliação do grau de satisfação por parte do cliente e actuar sobre os resultados. Um outro aspecto fundamental associa-se à garantia de uma aproximação ao cliente que tenha em consideração os interesses de todas as entidades envolvidas (accionistas, fornecedores, colaboradores e sociedade em geral).

### **PRINCÍPIO 2 – Liderança**

Os líderes possuem geralmente a capacidade de unificar uma equipa de trabalho dirigindo-a de acordo com a sua visão particular e envolvendo os seus colaboradores nos objectivos traçados pela empresa. A liderança permite que os colaboradores se sintam motivados perante os objectivos da organização e os compreendam. Neste espírito de liderança, importa considerar as necessidades de todos os intervenientes envolvidos (colaboradores, fornecedores, clientes, accionistas, etc.) e estabelecer a visão futura da empresa com base em objectivos e metas concretas. A liderança implica o estabelecimento de relações de confiança entre os diversos intervenientes e a eliminação do medo. Para o estabelecimento de uma liderança forte deverão ser fornecidos aos colaboradores os recursos necessários ao desempenho da sua actividade, encorajando e reconhecendo o contributo das pessoas.

### **PRINCÍPIO 3 – Envolvimento das Pessoas**

As pessoas são a essência das organizações, pelo que o sucesso destas últimas depende em grande medida da integração das primeiras. Este tipo de envolvimento dos colaboradores pressupõe a percepção por parte destes em relação à importância do seu contributo individual para a organização que integram. Os colaboradores deverão perceber os constrangimentos ao seu bom desempenho, desenvolvendo metodologias de melhoria individual. Contudo, os colaboradores não deverão ter uma preocupação exclusiva em relação ao seu desempenho individual, providenciando igualmente a eficácia do grupo de trabalho. No interior de um grupo de trabalho deverá prevalecer um espírito de abertura e diálogo propiciador de uma salutar discussão dos problemas. Neste espírito de abertura, deverá promover-se ainda a partilha do conhecimento e experiência individuais, particularmente em relação aos novos colaboradores.

### **PRINCÍPIO 4 – Abordagem por Processos**

A abordagem por processos poderá traduzir-se como uma interligação entre os objectivos definidos previamente à realização de uma dada actividade e a concretização dos mesmos, em fase de execução. Os resultados deverão espelhar os propósitos inicialmente delineados. Nesta abordagem por processos é fundamental proceder-se à atribuição de responsabilidades aos diferentes intervenientes, tendo em consideração o procedimento em que estão integrados. Importa ainda estabelecer um conjunto de prioridades em consonância com os supremos interesses do cliente, desvalorizando claramente todas

as acções divergentes dessas directrizes. Esta abordagem implica a realização de uma adequada avaliação dos riscos e impactes das acções de uma equipa de trabalho sobre os referidos interesses.

### **PRINCÍPIO 5 – Abordagem da Gestão como Sistema**

Para concretizar esta abordagem é necessário estruturar-se o sistema/organização com enfoque sobre os objectivos. Os intervenientes no processo produtivo deverão ter acompanhamento e monitorização, de forma a evitar-se desvios em relação ao alvo estabelecido. Importa fundamentalmente estabelecer organogramas e fluxogramas funcionais, que retratem as interligações existentes nos processos de trabalho e permitam uma melhor compreensão e interpretação do âmbito de acção de cada colaborador.

### **PRINCÍPIO 6 – Melhoria Contínua**

O espírito de melhoria contínua deverá prevalecer em todas as organizações que possuam Sistema de Gestão da Qualidade, na medida em que opera como catalizador de acções preventivas e correctivas. Contudo, este princípio basilar das organizações implica, da parte destas, a concessão de formação e ferramentas adequadas aos colaboradores. Este facto pressupõe um significativo investimento em “know-how” e equipamentos por parte das organizações. Neste processo de melhoria contínua a criação de canais de comunicação interna das acções associadas à gestão da qualidade, através de registos padronizados pelo Sistema de Qualidade. Para avaliação e monitorização dos procedimentos associados à gestão da qualidade, importa avaliar as melhorias dele decorrentes. A percepção, por parte dos intervenientes (colaboradores), dos progressos obtidos é fundamental para o envolvimento destes no processo de melhoria contínua.

### **PRINCÍPIO 7 – Abordagem à Tomada de Decisões Baseadas em Factos**

No processo de tomada de decisão importa clarificar os factos que estão na sua origem. Neste contexto é fundamental que o decisor esteja na posse de todos os elementos considerados necessários para a acção/intervenção em questão. Os elementos e a informação que suporta a tomada de decisão deverão ser claros e objectivos, inviabilizando interpretações de carácter subjectivo por parte de quem proceda a uma reavaliação da situação em questão. Nesta perspectiva anteriormente definida, torna-se fundamental que a informação seja acessível a quem dela necessite, do ponto de vista da compreensão. O propósito que está associado à inclusão deste princípio no Sistema de Gestão da Qualidade é o de evitar eventuais tomadas de decisão com base na intuição dos intervenientes de uma dada organização.

### **PRINCÍPIO 8 – Relações Mutuamente Benéficas com Fornecedores**

A aplicação deste princípio pressupõe a existência de relações profícuas entre fornecedores e empresas e um conjunto de valores, entre os quais se destacam a seriedade e a confiança. Neste contexto, importa estabelecer um conjunto de actividades de melhoria que constituam uma “maior valia” para as partes envolvidas. Tendo em vista a optimização de custos e meios, deverão simplificar-se os processos de trabalho.

Do ponto de vista meramente académico, poderá considerar-se que a aplicação destes princípios é facilmente integrável nas rotinas de trabalho dos colaboradores das organizações. Contribui para esta visão o facto de a utilidade dos referidos princípios ser inquestionável do ponto de vista da garantia da

qualidade dos processos. Contudo, numa visão mais pragmática desta problemática irrompem diversas dificuldades de concretização destes princípios ao nível da organização das empresas.

A prioridade frequentemente atribuída, por parte das empresas, à capacidade produtiva e aos benefícios económicos entra habitualmente em contradição com os princípios de gestão da qualidade anteriormente enunciados. Por outro lado, princípios como a capacidade de liderança e o espírito de equipa são de difícil garantia quando se lida com aspectos erráticos da natureza humana. Estes possíveis obstáculos à gestão da qualidade não deverão todavia diminuir a importância dos princípios anteriormente expressos ou constituir factor de desmotivação para os responsáveis pela gestão do sistema de qualidade, podendo pelo contrário fortalecer o espírito de melhoria contínua anteriormente enunciado.

## 2.2. SISTEMAS DE QUALIDADE DAS EMPRESAS DE FISCALIZAÇÃO

Outra das competências do IPQ, em acréscimo às anteriormente enunciadas, é a da certificação de empresas, processos fabrico, produtos, materiais, competências e qualificações.

No âmbito do Subsistema Nacional de Qualificação, o IPQ instrui e gere as marcas de conformidade, os sistemas de certificação de produtos, os sistemas de qualidade das empresas, acreditação de laboratórios de ensaio e análise, organismos de inspecção técnica e organismos de certificação. É neste contexto que surgem os sistemas de qualidade das empresas de Fiscalização de Obras, como resposta aos requisitos exigidos pelo ISQ para certificação de empresas. Todos os processos associados às actividades das empresas de fiscalização, independentemente do grau de qualificação e do tipo de acção dos intervenientes, deverá encontrar-se padronizado de forma a regular funcionamento da organização.

Para além dos instrumentos citados, outros existem que enquadram os aspectos da qualidade na actividade da construção em geral e das empresas de fiscalização em particular:

- **Regulamentos** – Documentos de carácter obrigatório que contém disposições legislativas, regulamentares ou administrativas e que são adoptados e publicados por um órgão legalmente investido dos necessários poderes.
- **Documentos de Homologação** – Documentos que certificam que um material ou processo de construção, em geral não tradicional, pode ser usado na construção e em que condições. São emitidos pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e possuem um prazo de validade limitado. As empresas de Fiscalização analisam com frequência pedidos de aprovação de materiais, aos quais são anexos documentos de homologação ou certificados de conformidade, como atestado de qualidade dos produtos e processo de fabrico.
- **Especificações Técnicas** – Documentos que estabelecem terminologias, simbologias, ensaios a realizar e suas técnicas, características de um produto ou de um serviço, prescrições relativas a marcação, etc.

As empresas de Fiscalização incidem fundamentalmente a sua actividade de controlo de qualidade a dois níveis primordiais: Qualidade do Projecto e Qualidade da Execução. De acordo com estudos estatísticos desenvolvidos pelas associações representativas do sector (1978/1982 – 4000 casos, citado por Ferry Borges), a repartição dos sinistros e custos da denominada “Não Qualidade” pelas diferentes fases do processo construtivo é feita da seguinte forma:

- 1º - Projecto;

- 2º - Construção;
- 3º - Outros;
- 4º - Equipamento.

Pela análise dos dados anteriormente apresentados, constatamos que os erros e omissões de projecto se destacam do ponto de vista da génese dos custos da “Não Qualidade” e dos sinistros na construção, não obstante estes mesmos sinistros e patologias da construção serem habitualmente detectados em fase de utilização.

Para avaliação da qualidade do projecto temos actualmente à nossa disposição um conjunto de métodos. Os métodos de avaliação da qualidade dos projectos mais conhecidos e de maior aplicação na Europa, recorrem a uma faceta dos métodos multi-critério constituída por um método de análise do valor de utilização. Este constitui uma metodologia que permite classificar produtos perante a sua capacidade de satisfazer funções de uso (utilidade) e de estima (aspectos relacionados com o gosto pessoal – estética, imagem de marca, etc.). “Os métodos mais desenvolvidos até à actualidade foram o método QUALITEL e o método SEL” [25]. Em Portugal, a utilização de métodos de avaliação de qualidade de projectos é ainda muito reduzida, contudo poderemos enumerar as seguintes experiências:

- Classificação e Qualificação de Habitações do Parque Urbano do País (trabalho desenvolvido conjuntamente pelo LNEC e pelo Gabinete de Estudos e Planeamento do MOP);
- Classificação de Propostas em Concursos de Concepção/Construção com base em Critérios Integrados (elaborado e implementado pelo LNEC);
- Avaliação da Qualidade Térmica de Projectos de Edifícios de Habitação (trabalho desenvolvido pelo Eng.º Rui Santos no âmbito do 1º Mestrado de Construção de Edifícios da FEUP, onde se aplicaram métodos de avaliação da qualidade relativamente ao comportamento térmico de algumas dezenas de habitações).

O reconhecimento de que a actividade das empresas de consultoria/fiscalização de obras deverá iniciar-se em fase de projecto, disseminou-se pela generalidade dos Donos de Obra, promovendo-se desta forma a melhoria da qualidade dos projectos pela identificação de erros e omissões que possam eventualmente comprometer o desenvolvimento da empreitada em fase de execução.

A qualidade da execução traduz a fidelidade com que um produto está conforme as especificações do projecto. Esta avaliação de qualidade deverá iniciar-se pela análise da programação de execução (a qual compreende a preparação da obra, a programação dos trabalhos, a formalização das encomendas, a recepção de materiais e a adjudicação de empreitadas).

Posteriormente, deverá a análise da qualidade da execução incidir sobre a qualificação das empresas e dos respectivos quadros técnicos (a qual compreende a selecção de empresas e a avaliação das qualificações dos técnicos). A avaliação da qualidade de execução ao nível dos processos construtivos deverá ser definida em função dos sistemas de controlo implementados (internos, externos, planos de qualidade das empreitadas, etc.), em função da natureza (controlo dimensional, controlo do aspecto, controlo das propriedades físicas, controlo das propriedades químicas, entre outros) e dos tipos de controlo (controlo por medida, controlo por ensaio, controlo por comparação, controlo por exames, controlo por revisão crítica ou controlo por auditoria).

Para o controlo de qualidade da execução deverão ser definidos ainda critérios de amostragem, tendo em consideração que o controlo absoluto é totalmente irrealista:

- Controlo unitário;
- Controlo em percentagem;
- Controlo estatístico.

A localização do controlo no tempo e no espaço poderá influenciar em proporções consideráveis a sua eficácia. Assim sendo, a localização do controlo da qualidade pode assumir os seguintes aspectos:

- Controlo na fonte;
- Controlo na recepção;
- Controlo durante a execução;
- Controlo final (corresponde a uma verificação dos resultados obtidos nas etapas anteriores e que é um elemento fundamental das acções de recepção de uma obra).

O controlo da qualidade em fase de execução exige a elaboração de um plano de qualidade/plano de monitorização e inspecção, de forma a assegurar níveis de eficácia satisfatórios ao nível dos procedimentos dos diferentes intervenientes.

A formalização do controlo é indispensável, para que os Donos de Obra possam confiar na qualidade da empreitada com base em provas objectivas. Os documentos de formalização são a memória do empreendimento, podendo eventualmente ser um elemento determinante na resolução de situações contenciosas.

Pelo conjunto de considerações anteriormente expressas, poderá facilmente compreender-se a importância que o sistema de qualidade assume na actividade das empresas de fiscalização. Este último funde-se integralmente no conjunto de responsabilidades e funções atribuídas à fiscalização, com base no artigo 180º do Decreto-Lei 59/99 de 2 de Março.

## 2.4. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EM TRABALHOS DE BETÃO ARMADO

Com base no Eurocódigo 2, relativo a projectos de betão armado, no controlo de qualidade identificam-se três sistemas de verificação básicos em função das entidades que o podem exercer:

- **CONTROLO INTERNO** – (realizado pelo Projectista, pelo Empreiteiro, pelo Subempreiteiro ou pelo Fornecedor, cada um no âmbito das tarefas específicas que lhes competem no processo da construção.)
- **CONTROLO EXTERNO** – (realizado por uma entidade independente incumbida dessa tarefa pelo cliente ou pela autoridade competente, em complemento do controlo interno ou como supervisão deste.)
- **CONTROLO DE CONFORMIDADE** – (O controlo de conformidade é exercido para verificar se um serviço ou uma função de produção específicos foram desempenhados de acordo com as especificações anteriormente estipuladas, estando este habitualmente integrado no controlo externo.)



Importa, analogamente de acordo com o Eurocódigo 2, distinguir diferentes fases no controlo de qualidade dos trabalhos de betão armado, consoante a finalidade e altura em que o mesmo é realizado:

- Controlo do Projecto;
- Controlo da Produção e da Execução;
- Controlo da Estrutura Concluída.

O controlo de qualidade em fase de projecto foi amplamente abordado no ponto 3 do presente capítulo, pelo que interessa aprofundar a temática do controlo de qualidade em fase de produção e execução. O controlo da produção e execução compreende todas as medidas necessárias para manter e controlar a qualidade dos materiais e da mão-de-obra de acordo com os requisitos especificados em cadernos de encargos das empreitadas, com referência à norma EN 206 e ao Eurocódigo 2. Este controlo consiste basicamente em inspecções e ensaios, implicando necessariamente uma avaliação de resultados dos mesmos. O objecto dos ensaios e inspecções anteriormente referidos poderá ser um dos seguintes:

- **Betão** – (composição, produção, transporte, colocação, compactação, cura e acabamento das superfícies, entre outros.). Na figura 4 apresenta-se um dos métodos de colocação de betão mais comuns em estruturas de betão armado com particulares exigências ao nível da uniforme distribuição do betão pronto (aplicação de betão por intermédio de camião bomba);



Fig. 4 – Aplicação de betão com recurso a um camião bomba.

- **Moldes e Cimbres** – (materiais, robustez, montagem, remoção, flechas, contra-flechas, fundações, estanquidade e parâmetros de qualidade das superfícies de contacto interiores, entre outros). Na figura 5 expõe-se um exemplo concreto de moldes circulares usados com bastante frequência em estruturas de betão armado destinadas a reservatórios de água potável ou a tanques de ETAR's (tanques de anóxia, decantadores secundários, espessadores gravíticos, etc.). O ajustamento dos diâmetros da cofragem ao dimensionamento definido em fase de projecto assume particular relevância no tipo de empreitadas anteriormente referidas, especialmente do ponto de vista da coordenação entre os trabalhos de construção civil e as instalações electromecânicas.



Fig. 5 – Montagem de moldes das paredes verticais de um reservatório de água e respectivo escoramento.

- **Armaduras de Betão Armado** – (Propriedades especificadas para o aço, condições da superfície, transporte, armazenagem, corte, montagem, fixação, sobreposições, emendas, soldadura, colocação e recobrimento das armaduras, entre outros.). Na imagem 6 apresenta-se uma equipa de armadores de ferro a amarrar a armadura superior da laje de fundo de uma célula pertencente a um reservatório de água.



Fig. 6 – Montagem de armaduras de uma laje de fundo de um reservatório.

- **Armaduras e Dispositivos de Pré-Esforço** – (propriedades especificadas para os materiais envolvidos, condições de superfície, dispositivos de pré-esforço, alinhamento dos cabos, calda, transporte, armazenagem, corte, colocação, aplicação de pré-esforço e injeção entre outros.);

- **Unidades Pré-fabricadas de Elementos Estruturais** – (Desvios em relação às dimensões pré-definidas, flechas, contra-flechas, conformidade com a encomenda, entre outros.). A figura 7 apresenta um exemplo de pré-fabricação, aplicada a câmaras de manobra enterradas de uma conduta adutora (câmaras de seccionamento, câmaras de descarga de fundo, câmaras de medidor de caudal, câmaras para válvula de controlo do nível altimétrico, etc.).



Fig. 7 – Aspecto da pré-fabricação de câmaras de manobra em betão armado.

Os procedimentos de controlo de qualidade em fase de produção/execução distribuem-se fundamentalmente por quatro tipos de ensaios (de acordo com o Eurocódigo 2) [4]:

- **Ensaio Preliminares** – deverá demonstrar-se que a qualidade e compatibilidade dos materiais de construção e dos componentes do betão, argamassas, etc. são adequadas, que por referência a experiência anterior quer por meio de ensaios prévios. Estes tipos de ensaios são habitualmente realizados pelos fornecedores de betão, sendo os respectivos resultados e conclusões posteriormente analisados pelas entidades fiscalizadoras da empreitada.
- **Verificações Durante a Construção** – As dimensões, as propriedades dos materiais e a sua adequabilidade, os componentes incorporados na estrutura e o equipamento utilizado devem ser submetidos a um sistema permanente de verificação durante a construção. Quando os materiais e os componentes forem recebidos no local da obra, deverá verificar-se a sua conformidade com os termos da encomenda inicial. Para controlo da produção do betão, aplica-se o disposto no capítulo 11 da EN 206. Para os restantes materiais estruturais, deverão consultar-se os documentos técnicos apropriados (designadamente as normas CE). No livro de registos da obra deverão estar incluídas todas as informações relevantes relativas ao controlo do processo de execução:
  - a) Referência às guias de remessa dos materiais de construção e componentes (betão, agregados, varões de aço, etc.);
  - b) Tempo das operações de betonagem e prazos de desmoldagem/descofragem;
  - c) Resultados dos ensaios e medições (designadamente dos ensaios de recepção do betão e dos resultados dos ensaios de compressão aos provetes cúbicos). As imagens



8 e 9 representam este tipo de ensaios em fase de aplicação do betão pronto em obra; ensaio de consistência do betão (slump-test) e preparação de provetes cúbicos para realização de ensaios à compressão;

- d) Descrição de acontecimentos extra-ordinários. A deficiente vibração do betão aplicado numa armadura de aço, constitui um exemplo de acontecimento extra-ordinário, a registar no livro de obra (insuficiente número de vibradores ou avaria neste tipo de equipamentos, são exemplos comuns de anomalias).



Fig. 8 – Aspecto de um ensaio preliminar à consistência do betão (Slump Test).



Fig.9 – Aspecto geral dos provetes cúbicos (15x15cm) preparados durante a betonagem



Fig. 10 – Vibração do betão durante a betonagem.

No que diz respeito às guias de remessa de betão fabricado em centrais, aplica-se o disposto na cláusula 10.3.2 da EN 206. No caso de se tratar de elementos pré-fabricados, a guia de remessa deverá confirmar que os elementos pré-fabricados foram produzidos, marcados e tratados de acordo com a encomenda, apresentando entre outras as seguintes informações:

- a) Data de fabrico e de entrega do elemento;
- b) Marcas de identificação e, se necessário, o número de referência de cada componente de acordo com o que estiver especificado na encomenda com o cliente;
- c) Informações acerca do material, designadamente sobre a qualidade do betão, qualidade do aço para betão armado, recobrimento das armaduras, etc. – sobre a origem e identidade do aço fornecido (mediante indicação em documentos de certificação do aço fornecido, etiquetas e marcas de laminação), esclarecendo igualmente se são armaduras em grandes comprimentos, em rolos ou nas condições da siderurgia, varões ou redes electrosoldadas, varões cortados e dobrados ou armaduras pré-fabricadas.

No que se refere aos controlos a efectuar antes da betonagem, aplica-se o disposto na cláusula 11.2.3 da EN206.

- **Controlo de Conformidade – Por controlo de conformidade entende-se** o conjunto de acções e decisões necessárias para verificar se todos os requisitos, critérios e condições anteriormente referidas foram inteiramente cumpridos. Este controlo implica o preenchimento de boletins próprios, de acordo com sistema de qualidade das empresas envolvidas na empreitada e rege-se pelo disposto no capítulo 11 da norma EN206.
- **Controlo e Manutenção da Estrutura Acabada** – Nos casos em que a conformidade com as exigências fundamentais do projecto não esteja devidamente assegurada a longo prazo, será conveniente estabelecer um plano de controlo que especifique as medidas de controlo (inspecções) a adoptar durante a vida da estrutura

## 2.5. MONITORIZAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE ESTRUTURAS EM BETÃO ARMADO

A preocupação crescente em relação ao comportamento das estruturas de betão armado a médio/longo prazo, face a uma maior consciencialização dos riscos de utilização de estruturas afectadas pelo desgaste associado à idade, tem gerado a introdução de técnicas de inspecção de estruturas de betão armado, no que concerne especificamente à sua degradação química e electroquímica.

Entre as “técnicas de monitorização, de maior divulgação na comunidade científica, destacam-se a que utilizam sondas electroquímicas embebidas permanentemente no interior do betão ou o sistema de monitorização integrado (MONCLORR)”, que permite ir de encontro ao desiderato de uma monitorização permanente, cómoda e útil para a prevenção de riscos [12].

Uma das principais causas da degradação das referidas estruturas é a corrosão do aço das suas armaduras. O aço no interior do betão encontra um ambiente químico favorável à passivação do ferro, o qual confere às armaduras uma elevada resistência à oxidação. Com a degradação progressiva do betão, associada a fenómenos de erosão, as armaduras de aço poderão passar a ambientes químicos mais agressivos de corrosão activa (provocada pela presença de cloretos, sulfatos e carbonatos provenientes do meio ambiente – marítimo, urbano, industrial, solos e água, entre outros ambientes).

Vulgarmente denomina-se de ataque salino, o mecanismo de degradação causada pelos cloretos e sulfatos e ataque por carbonatação, aquele que resulta da corrosão gerada pelo Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

No ataque salino, os iões de cloreto (CL<sup>-</sup>) e sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) originam ataques localizados no ferro da armadura, que são designados de corrosão por picadas. Estes ataques conduzem a degradações rápidas das estruturas, podendo inclusivamente em estruturas sujeitas a tensões (caso das vigas pré e pós-esforçadas, propiciar o aparecimento de fracturas.

No fenómeno de carbonatação, associado a contaminações em elevado grau por Dióxido de Carbono atmosférico ou de origem biótica, consiste basicamente na reacção deste último com os hidróxidos presentes no betão, provocando um abaixamento generalizado do valor do PH (aumento de acidez). A passivação do ferro das armaduras ocorre geralmente para valores de PH compreendidos entre o 9 e o 13, pelo que o aumento de acidez facilita o ataque por oxigénio e outros oxidantes dissolvidos no meio.

Os fenómenos de corrosão anteriormente descritos apenas são visíveis a “olho nu” em estádios avançados deste fenómeno, quando ocorrem fissurações de calibre suficiente para o aparecimento de ocorrências ferruginosas à superfície do betão. A detecção de problemas de corrosão nestas fases avançadas da progressão, revela-se demasiado tardia para uma possível reversão, razão pela qual importa a implementação de métodos de detecção precoce.

As técnicas de inspecção podem dividir-se em dois grandes grupos: métodos destrutivos e métodos não-destrutivos:

- Os métodos destrutivos envolvem a extracção de amostras para posteriores ensaios físico-químicos e mecânicos em laboratório (teor em cloretos, teor em sulfatos, grau de carbonatação, ou remoção da camada de recobrimento das armaduras para avaliação directa do grau de corrosão).
- Os métodos não-destrutivos consistem na utilização de equipamentos de medição do grau de corrosão sem qualquer tipo de afectação à integridade da estrutura em causa (sendo a corrosão um fenómeno electroquímico, deverão utilizar-se métodos desta natureza para obtenção de resultados mais fiáveis).

“Entre os métodos electroquímicos mais fiáveis ao nível da avaliação do grau de degradação das estruturas de betão armado”, destacam-se [12]:

- a) **Mapeação do Potencial de Corrosão da Armadura** – A determinação do potencial da armadura é encontrada medindo a força electromotriz da célula galvânica formada entre a armadura, que funciona como eléctrodo de trabalho e um eléctrodo exterior de referência, funcionando o próprio betão como solução electrolítica da pilha (de acordo com a figura 11).

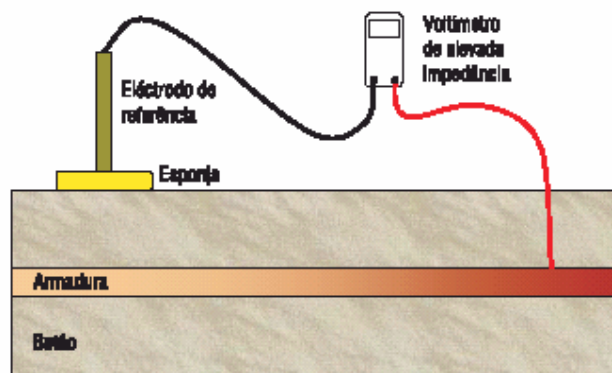


Fig. 11 – Esquema de montagem para determinação do potencial de corrosão

Esta técnica apesar de ser considerada “não-destrutiva”, requer uma ligação electrónica à armadura, o que, em muitos casos, implica a abertura de um orifício no betão. São vários os eléctrodos de referência que podem ser utilizados neste tipo de medição, sendo mais frequente a utilização dos eléctrodos de referência de cobre/sulfato de cobre, de manganês/óxido de manganês e de prata/cloreto de prata. O valor da diferença de potencial da célula formada pela armadura e o eléctrodo de referência utilizado, deverão ser determinados com o auxílio de um voltímetro com uma impedância de entrada muito elevada ( $>10M$ ), para que, durante a medição, a corrente que flui entre os dois terminais seja mínima e, desse modo, seja mínima a interferência externa no sistema. O potencial de corrosão de qualquer material metálico é o resultado da conjugação das cinéticas (velocidade e mecanismo) de, pelo menos, dois processos: a oxidação do metal que se está a corroer (nas zonas ditas anódicas) e a redução (que se dá nas zonas ditas catódicas) de uma espécie química presente no ambiente circundante do material, normalmente o oxigénio molecular. Porém, em função do ambiente, pode haver mais do que uma espécie química a reduzir-se à custa da oxidação do metal. O valor do potencial permite avaliar se o ferro se encontra num estado de corrosão activa, passivado ou protegido por um outro processo de oxidação (“protecção catódica”). É geralmente aceite que para valores de potencial de corrosão acima de 100mV (relativo ao eléctrodo normal de hidrogénio) a armadura está numa situação de passividade, ou seja, o produto da corrosão é um oxihidróxido que confere propriedades de barreira. Todavia, assim como se referiu a possibilidade de no processo corrosivo acontecerem, simultaneamente, vários processos catódicos, também podem acontecer diversos processos anódicos, facto que pode conduzir a avaliações erróneas sobre o estado de activação ou passivação da armadura. Desta forma, torna-se efectivamente necessário confrontar tais medições com outras técnicas de inspecção.

- b) **Mapeação da Condutibilidade Iónica do Betão** – A Condutibilidade iónica pode ser útil para se avaliar o nível de contaminação iónica de uma estrutura de betão, nomeadamente a contaminação por iões cloreto, se soubermos ser esta a causa do fenómeno, como é o caso das estruturas implantadas em ambientes marinhos. Por outro lado, as medidas de condutividade permitem comparar a porosidade de betões de diferentes composições ou aplicados com o recurso a técnicas ou em betonagens diferentes, uma vez que, evidentemente, a condutividade do betão aumenta com o incremento da porosidade do mesmo. A condutividade iónica de um

betão poroso depende, em primeiro lugar, da mobilidade e da concentração de iões livres, transportadores de corrente, no interior do mesmo. A mobilidade mede a velocidade linear a que os iões se movimentam no seio de uma solução aquosa e é uma característica intrínseca do ião, dependendo essencialmente do seu tamanho, carga e também temperatura, que influencia não só a energia cinética do próprio ião, bem como a viscosidade do próprio meio. No que respeita à concentração iónica “livre”, esta depende do teor de humidade no interior dos poros, do grau de contaminação externa e da solubilidade dos diferentes sais que ali se formam. Assim, condutividades elevadas implicam a existência de concentrações iónicas elevadas e, como tal, meios potencialmente mais agressivos em termos de corrosão. A condutividade iónica de um betão é, normalmente, determinada com base em duas técnicas: a dos dois eléctrodos e a dos quatro eléctrodos (esta última encontra-se esquematicamente representada na figura 12).

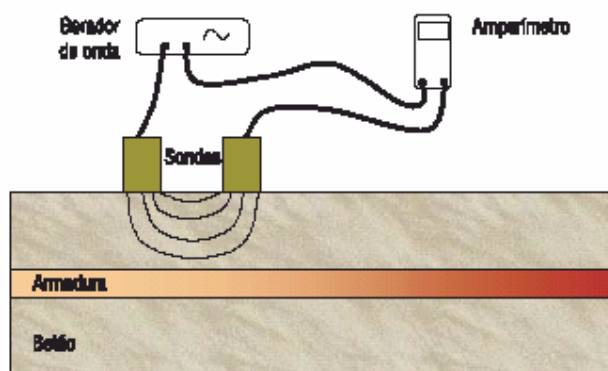


Fig. 12 – Esquema experimental da determinação da condutividade do betão pelo método dos 4 eléctrodos

Na técnica dos dois eléctrodos, a resistividade do betão (a condutividade é o inverso da resistividade) é determinada com base na razão entre o valor de uma tensão alternada, aplicada entre dois eléctrodos iguais, encostados à superfície do betão, e a respectiva resposta em termos de intensidade em termos de intensidade de corrente alternada. O cálculo entra, também, em linha de conta com o parâmetro da célula, que é função da separação entre os eléctrodos e a área geométrica comum. A técnica dos quatro eléctrodos utiliza quatro eléctrodos igualmente espaçados de uma distância (a). A resistência à passagem da corrente entre os dois eléctrodos centrais é determinada através da queda de tensão (V) entre os mesmos dois eléctrodos quando é aplicado um campo contínuo entre os dois eléctrodos mais externos, fazendo circular entre eles uma corrente contínua de intensidade (I). A resistividade do betão ( ) é dada pela seguinte expressão:

$$= 2 \cdot \frac{A \cdot V}{I}$$

Fig. 13 – Equação para cálculo da resistividade

- c) **Determinação do Diâmetro das Armaduras** – A evolução das dimensões (diâmetro) das armaduras ao longo do tempo é uma informação muito útil para a análise da corrosão das estruturas de betão armado, pois permite determinar se está a acontecer um fenómeno de corrosão uniforme causado, por exemplo, por um processo de despassivação. Tais medições



podem ser efectuadas com recurso a aparelhos de portáteis do tipo “covermeters”, baseados em campos magnéticos indutivos, ondas radar, etc. A maioria dos dispositivos comerciais utilizados para a detecção de armaduras e respectivo diâmetro, bem como para detecção da camada de recobrimento, baseiam-se na magnetização instantânea através de um pulso que induz uma “corrente parasita” (eddy current, na literatura anglo-saxónica) no próprio aço. Uma vez interrompido o pulso magnético, a corrente eléctrica tende a desaparecer, desenvolvendo, ela mesma, um novo campo magnético que corresponde a um eco do pulso inicial. A intensidade desse campo magnético induzido pode ser medido com auxílio de uma “cabeça” de prova, que é deslocada ao longo da superfície do betão. A magnitude das correntes parasitas depende da camada de recobrimento do betão, do diâmetro do varão da armadura e da orientação deste em relação à cabeça de prova. Geralmente determina-se, em primeiro lugar, a orientação do troço da armadura e, depois, com a cabeça de prova numa posição longitudinal em relação à armadura, determina-se a espessura da camada de recobrimento e o diâmetro do varão.

- d) **Determinação das Velocidades de Corrosão das Armaduras com Auxílio da Técnica da Resistência à Polarização** – Do ponto de vista da engenharia da corrosão, os aspectos cinéticos são de grande importância, já que só com base na sua consideração se pode obter uma velocidade de corrosão instantânea do processo. Experimentalmente, a cinética do processo corrosivo só pode ser acedida através de técnicas perturbativas em que o sistema constituído pelo metal sob corrosão e o meio corrosivo, são temporariamente deslocados da posição estacionária, caracterizada pelo potencial eléctrico de corrosão e por um fluxo global de cargas nulo. Para o efeito, o sistema é polarizado, impondo externamente, através de uma fonte de alimentação contínua, um fluxo de corrente eléctrica. Das várias técnicas electroquímicas que permitem o estudo cinético da corrosão, o método da resistência à polarização linear (LPR) é um dos mais aplicados devido à rapidez e comodidade com que se podem determinar as velocidades de corrosão, à elevada reprodutibilidade, à facilidade de interpretação dos dados adquiridos, e, sobretudo, à portabilidade (possibilidade de utilização *in situ*). A resistência à polarização está relacionada com a velocidade de corrosão,  $i_{corr}$  (densidade de corrente de corrosão que flui entre as zonas anódicas e catódicas durante a corrosão), através de:

$$R_{pol} = (a \cdot c) / \{2,3 \cdot A \cdot i_{corr} \cdot (a + c)\}$$

Fig. 14 – Equação para cálculo da resistência à polarização linear

Onde (A) é a área local da armadura que está a ser inspeccionada, (a) e (c) são os chamados parâmetros de Tafel para os processos anódico e catódico, respectivamente. O coeficiente (**R<sub>pol</sub>**) varia entre 26mV para armaduras claramente activas e 52mV, para armaduras passivas. Na prática, a determinação da resistência à polarização faz-se variando o potencial da armadura entre -10 e +10mV do potencial de corrosão e registando a intensidade da corrente que flui entre a armadura e um eléctrodo auxiliar colocado à superfície do betão. Para além deste eléctrodo que serve para impor à armadura o potencial desejado, é necessário possuir um dispositivo que permita impor um potencial muito constante e preciso, o potenciostato, um

eléctrodo de referência robusto e estável, em relação ao qual o potencial da armadura (eléctrodo de trabalho) vai sendo lido (conforme indicado na figura 13).

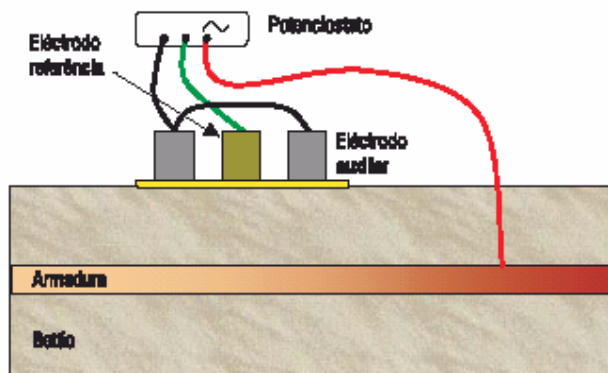


Fig.15 – Esquema experimental da determinação da velocidade de corrosão pelo método da resistência à polarização linear

Uma outra técnica de medição da resistência à polarização linear, hoje em dia também muito utilizada para determinação da velocidade de corrosão das armaduras de estruturas de betão armado, no terreno, é designada pela técnica do pulso galvânico. Nesta técnica, um breve pulso de corrente (5 a 400 $\mu$ A, durante cerca de 10 segundos) é imposto à armadura de forma galvanostática (corrente constante) com a colaboração de um eléctrodo auxiliar posicionado juntamente com um eléctrodo de referência, à superfície do betão. Esta corrente de baixa intensidade resulta na alteração do potencial da armadura que é registado em função do tempo de polarização. A partir do gráfico obtido, pode ser determinada a resistência à polarização linear,  $R_p$ , bem como outros parâmetros electroquímicos importantes. Uma vez determinada a resistência à polarização linear, a velocidade de corrosão é obtida empregando-se a equação de Stern-Geary (anteriormente enunciada).

A monitorização do fenómeno degradativo envolve a utilização de sensores incorporados dentro da estrutura de betão que continuamente dão informação sobre o seu estado em termos de corrosão. Os sensores deverão permitir recolher informações de natureza similar à que se obtém com as técnicas de inspecção abordadas anteriormente. A utilização deste conceito de inspecção permanente apresenta várias vantagens.

Uma das principais vantagens é a utilização de sensores que estão dentro da própria estrutura de betão armado, sentindo o efeito do próprio meio interno e de todas as alterações temporais.

Por outro lado, na maioria das grandes estruturas de betão armado há zonas de difícil acesso, inviabilizando a sua regular inspecção com auxílio de sistemas tradicionais de monitorização. Com o uso de sensores embebidos permanentemente, essas zonas poderão ser continuamente inspeccionadas.

Por fim, é de referir que, em termos económicos, o conceito de monitorização e inspecção permanentes, permite ao gestor de manutenção de uma estrutura perspectivar atempadamente, numa fase embrionária do processo degradativo, em que ainda não é manifesta a corrosão das estruturas, medidas correctivas de combate a custos significativamente mais baixos.

Diferentes tipos de sistemas de monitorização da corrosão de estruturas de betão armado têm vindo a ser utilizados, tendo como base a instalação permanentes de sondas dentro do betão.

Uma primeira classe de sistemas desenvolvidos e aplicados em obra compreende sistemas que permitem a leitura do potencial de corrosão do aço da armadura. Os eléctrodos são montados junto da armadura evitando-se, assim, os erros inerentes a leituras externas de potencial relacionados com a elevada resistência do betão de recobrimento. Os eléctrodos de referência mais utilizados têm sido os de titânio com mistura de óxidos metálicos, de manganês/óxidos de manganês, de prata/cloreto de prata, e ainda de grafite, que funcionam como pseudo-referências. Apesar das medidas de potencial da armadura fornecerem uma boa indicação do seu estado de corrosão, uma avaliação baseada apenas nesta informação pode mostrar-se muito limitada em determinadas situações já que o valor do potencial medido pode ser influenciado por outros fenómenos electroquímicos à superfície do metal, que não os relacionados com a degradação deste.

Um segundo grupo de sistemas de monitorização envolve medidas de correntes galvânicas de corrosão. Os sistemas são constituídos por eléctrodos cilíndricos do mesmo material da armadura, colocados na camada de recobrimento da estrutura, ligados periodicamente a um eléctrodo de material mais nobre. Entre os dois eléctrodos gera-se uma corrente galvânica, cuja intensidade permite correlacionar o estado de activação/corrosão dos eléctrodos de aço. O facto de serem colocados na camada de recobrimento, permite detectar avanços de frentes de penetração de agentes agressores. Diferentes sistemas têm vindo a ser desenvolvidos, variando, essencialmente, na configuração dos eléctrodos. A principal desvantagem deste tipo de sistemas está no facto de, sempre que se ligam os dois metais diferentes, estar-se a induzir, entre eles, uma corrente de corrosão galvânica que, por sua vez, induz corrosão do metal menos nobre.

Um terceiro grupo de sistemas envolve a instalação permanente de sondas para permitir medidas electroquímicas como as referidas anteriormente, com destaque para as medidas LPR, com auxílio de dois ou três eléctrodos, embebidos na estrutura de betão.

Tendências recentes apontam para sistemas que integram várias medidas num único dispositivo para possibilitar uma avaliação da corrosão das armaduras e da corrosibilidade do betão de forma mais rápida e tão próxima da realidade quanto possível. O sistema de monitorização MonIcorr (representado na figura 16) é um desses sistemas que tem por objectivo avaliar, de forma integrada, o grau de degradação de uma estrutura de betão armado. Os sistemas são instalados na camada de recobrimento e ligados electricamente à armadura, ainda na fase de construção ou reparação. Dada a disposição escalonada dos sensores de corrosibilidade na camada de recobrimento da estrutura, os sistemas permitem conhecer a cada instante, a profundidade de penetração da frente de ataque (ex. de cloretos ou carbonatação), permitindo ao Dono de Obra tomar, com uma maior antecedência, as medidas correctivas exigidas. A existência de um contacto eléctrico directo da armadura com o exterior do betão, permite não só conhecer a situação corrosiva efectiva da própria armadura junto ao local onde se encontra o sistema, mas também realizar mapeação do potencial com o auxílio de um eléctrodo de referência exterior, obviando o trabalho necessário de estabelecimento do contacto eléctrico com a armadura e do teste de continuidade, imprescindíveis em trabalhos desta natureza.

O sistema MonIcorr possibilita ainda a determinação da velocidade de corrosão do material da armadura a diferentes profundidades da camada de revestimento, através da aplicação da técnica da resistência à polarização linear e da corrente galvânica, bem como a determinação da condutibilidade do betão envolvente à armadura. Embora o sistema possibilite a leitura da informação adquirida, de forma não automática, através de caixas de leitura e terminais adequados, a sua interface amigável (tipo Windows) e o sistema de aquisição e de transmissão de dados que lhe está associado permite a recepção, pelo dono ou gestor de manutenção da estrutura, de dados em bruto ou semi-trabalhados, de modo a possibilitar a sua inserção cómoda em sistemas de alarme ou de tomada de decisão.



Fig.16 – Fotografia do sistema MonIcorr

Em Portugal, é possível identificar um conjunto de empreitadas que se encontram monitorizadas relativamente aos problemas de corrosão, com auxílio de sistemas MonIcorr, apresentados anteriormente (ex. Hidrolyft 2000 (doca de reparação de navios da LISNAVE, S.A., em Mitrena), Estação Elevatória dos Álamos (integrante do complexo da barragem do Alqueva), Porto Marítimo de Alcântara (Administração do Porto de Lisboa e Liscont, S.A.), a Ponte da Arrábida no Porto e o Viaduto Duarte Pacheco em Lisboa (ambos sob administração da empresa Estradas de Portugal, E.P.E) e o Estádio Municipal de Braga (integrado no Campeonato Europeu de Futebol – EURO 2004).

Constata-se que as obras em betão armado, apesar de aparentemente “eternas”, são estruturas que se degradam a velocidades maiores ou menores, dependendo sobretudo do ambiente químico em que estão inseridas. Tal degradação exige, cada vez mais, que os Donos de Obra possuam informação útil sobre o estado da obra, para que possam tomar medidas atempadas de correcção ou de reparação, ambientalmente racionais, a custos relativamente baixos, mantendo os níveis de risco de utilização das estruturas igualmente baixos. A informação necessária pode ser conseguida através de inspecções periódicas ou através da incorporação, na própria estrutura, de sistemas de monitorização permanente [12].



# 3

## TRABALHOS DE BETÃO ARMADO

### 3.1. ESTADO ACTUAL DO DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO EM TRABALHOS DE BETÃO ARMADO

“O betão e o seu constituinte de base, o cimento, continuam a ser materiais de eleição na indústria de construção em Portugal e à escala global. O cimento é um ligante hidráulico que, quando misturado com água, forma uma pasta que faz presa e endurece devido a reacções e processos de hidratação. Depois do endurecimento, conserva a sua resistência mecânica e estabilidade mesmo debaixo de água. Para produzir esta pasta é usado essencialmente o clínquer, podendo ser misturados outros componentes e aditivos.

Dos 27 produtos da família de cimentos correntes abrangidos pela Norma Europeia EN197-1, o mercado nacional dispõe de quatro opções básicas de cimento:

- Cimento Portland Comum (CEM I);
- Cimento Portland de Calcário (CEM II/A-L);
- Cimento Portland de Calcário (CEM II/B-L);
- Cimento Pozolánico (CEM IV/B).

Estes materiais distinguem-se, essencialmente, de acordo com a sua composição e a proporção de clínquer e adições, tais como escórias, materiais pozolánicos, cinzas volantes e calcário, acrescentadas no processo de moagem. Podem diferir também em função de propriedades intrínsecas, como a cor branca (cimento sem óxidos de ferro).

O cimento tipo I incorpora 95 a 100% de clínquer, sendo os seus constituintes adicionais filler calcário ou silicioso. Nos cimentos tipo II, a quantidade de clínquer diminui e faz-se a adição de outros constituintes, como por exemplo cinzas volantes, calcário, entre outros. O cimento tipo IV diferencia-se também pela quantidade de clínquer, sendo adicionadas cinzas volantes em teores mais elevados do que no cimento tipo II. Estes materiais podem melhorar algumas características mecânicas do betão, tais como a permeabilidade, diminuição da permeabilidade capilar, maior resistência aos sulfatos e contribuem indirectamente para diminuir o consumo de energia durante o processo de fabrico (para além de preservarem o meio ambiente, pelo aproveitamento de resíduos e subprodutos industriais). Outra vantagem inegável do ponto de vista ambiental, prende-se com a preservação das jazidas de calcário graças ao aproveitamento de resíduos como as escórias de alto forno, um subproduto que resulta da fusão do minério de ferro, que possui propriedades hidráulicas e gera, na hidratação, os

mesmos produtos que o cimento. Já os materiais pozolânicos, que podem ser naturais (como os de origem vulcânica) ou artificiais (como as cinzas volantes), promovem a diluição do aluminato tricálcico, diminuem a permeabilidade do betão e aumentam a sua resistência aos ataques químicos (pois apresenta melhor comportamento aos meios ácidos devido à maior incorporação de cinzas volantes. Pilares de pontes ou obras onde exista possibilidade de escorrências agrícolas, são alguns dos exemplos de aplicação deste tipo de cimento).

A Norma Europeia EN 197-1 especifica ainda determinados tipos de requisitos mecânicos (classes de resistência), físicos (tempo de início de presa e expansibilidade), químicos e de durabilidade a que o cimento deve atender.

Podem ser produzidos também cimentos especiais para determinado tipo de obras com exigências específicas. O cimento branco é cada vez mais usado, apesar de ser mais caro e de ser muito mais exigente em termos de aplicação em obra. São precisos cuidados redobrados em obra, em termos de cofragem, de manuseamento e de aplicação. Basta o mínimo descuido para deixar de ser branco, pelo que exige uma supervisão muito rigorosa em obra.

As principais matérias-primas utilizadas na indústria cimenteira são os calcários e as argilas, materiais que, uma vez transformados a altas temperaturas, originam o clínquer, produto intermédio que, misturado com o sulfato de cálcio dá origem ao cimento. Em termos energéticos, o aproveitamento de resíduos como combustível durante o processo de fabrico do cimento tem um impacto positivo, minimizando o custo em termos de consumo de carvão e permitindo dar um destino final aos resíduos mais adequado. Para diminuir a necessidade de explorar pedreiras e preservar os recursos naturais, a indústria recorre à utilização de diferentes tipos de resíduos como matérias-primas secundárias. Salientam-se as escórias de alto forno, cinzas volantes, sílica de fumo e de filler calcário que substituem o clínquer na moagem do cimento, para a produção de cimentos compostos.

O cimento destina-se maioritariamente ao mercado interno de cada país, dadas as suas características particulares. Sendo um produto de baixo valor acrescentado e, consequentemente, de reduzido preço unitário, os custos de transporte adquirem um peso considerável na estrutura de custos do produto final, sublinha um documento do Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia.

Deste modo, as fábricas tendem a localizar-se junto das matérias-primas ou dos mercados consumidores. Outra característica do sector é a de exigir grandes investimentos na construção de instalações e na aquisição e manutenção de equipamento básico, sendo necessário atingir um elevado grau de utilização da capacidade instalada para a obtenção de economias de escala.

Nos últimos anos, os três grandes mercados mundiais, Estados Unidos da América, Japão e União Europeia, tem evidenciado um crescimento moderado, enquanto nos países em vias de desenvolvimento, com destaque para o mercado asiático, o crescimento tem sido explosivo. Os Estados Unidos da América, Japão e União Europeia foram, na década de 90, responsáveis por cerca de 20% da produção mundial de cimento, sendo os restantes 80% da produção pertencentes, na sua maioria, a países em vias de desenvolvimento.

Portugal detém dois grandes grupos empresariais que, para além do cimento propriamente dito, produzem uma quantidade significativa de outros produtos derivados, no sentido de satisfazerem as necessidades dos diferentes clientes: a CIMPOR e a SECIL.

Entre o conjunto de factores que influencia o comportamento da procura de cimento e derivados, os responsáveis do Ministério da Economia destacam três que determinam estrutural e conjunturalmente a sua procura: o grau de desenvolvimento do país, que influencia o nível de consumo *per capita* nacional; a conjuntura económica, que condiciona a evolução do sector da construção, nomeadamente

no subsector da habitação; e o grau de exigência dos agentes do mercado, criando nas empresas uma necessidade de diversificação e diferenciação dos seus produtos. Enquanto a diversificação de produtos tem passado pela produção de betão, argamassas e pré-fabricados, a diferenciação tem consistido na produção de cimento com características específicas, em resposta às exigências dos clientes, permitindo concorrer directamente com outros materiais como o vidro, madeira, tijolo, aço, fibra de vidro, alumínio e pedra.

O betão continua a ser privilegiado na construção. Portugal não tem madeira de qualidade, nem siderurgia que possa fornecer aço em quantidade e qualidade necessárias. Por isso, a jusante também não existe capacidade técnica para desenvolver a aplicação destes materiais na construção. Entre outros factores, a qualidade da construção em Portugal está directamente relacionada com a má utilização deste material.

Muitos projectistas encaram o betão como um material homogéneo, inalterável, quando existe a possibilidade de utilizar diferentes tipos de betão em diferentes aplicações.

O nível de desempenho do betão que é incorporado em qualquer estrutura ou edificação está dependente do grau de qualidade da sua aplicação ou aplicação em obra, e das operações subsequentes como a cura e posterior conservação ou utilização.

Na maioria dos casos, as deficiências funcionais registadas, decorrem de factores ligados à má ou inadequada execução, nomeadamente logo a partir da própria recepção do betão fornecido em obra, ou até da inadequada especificação do mesmo.

Não basta que o betão seja estudado e fabricado cumprindo os requisitos técnicos e prescrições normativas, para que se garanta um bom desempenho e integração deste material em obra. Se um fornecedor faz um estudo genérico de um betão para aplicar em circunstâncias distintas, existe um problema à priori que consiste na aplicação da mesma receita a situações diferentes.

A falta de formação dos aplicadores tem também uma influência directa nos maus resultados. Se o betão a ser aplicado não for bem compactado, fica com porosidade fazendo com que os agentes agressivos do ambiente (ou a própria água), cheguem facilmente às armaduras e as corroam.

O Betão é uma mistura de agregados, areias e britas com ligante, feito à base de cimento, água e adjuvantes químicos. Existem diferentes tipos de betões que podem ser classificados em função da aplicação final, das suas propriedades específicas ou da tecnologia de aplicação, como sejam betão projectado ou os betões compactados com cilindros.

Uma nova tecnologia que está em franco desenvolvimento é a do betão auto-compactável, desenvolvido inicialmente no Japão e cuja principal característica diferenciadora é a ausência de necessidade de vibração. Este betão compacta-se pela acção do seu peso próprio, apresentando vantagens significativas como a necessidade de usar menos mão-de-obra e maior velocidade de aplicação. Em termos de custo unitário é mais caro que o betão corrente, mas o custo total da aplicação é menor, pois há que contabilizar o tempo necessário para a aplicação e a mão-de-obra, bem como a qualidade final. Este betão é ainda pouco utilizado em Portugal, mas encontra grande aplicação em países como a França, a Alemanha e a Suécia.

Os betões reforçados com polímeros, que melhoram a resistência dos agentes agressivos e as capacidades de deformação, e os betões reforçados com fibras, que servem essencialmente para redistribuir a fissuração do betão. Sobretudo usados em pavimentos, são estes betões exemplo de grande diversidade deste material.



O betão de elevado desempenho é outro exemplo merecedor de referência. Este betão era definido essencialmente em termos da resistência, sendo consideradas apenas as propriedades do betão endurecido, resistência e durabilidade. No entanto a durabilidade das estruturas de betão armado está dependente da qualidade da produção, condições da betonagem, compactação em zonas congestionadas pelas armaduras e condições de cura. Por isso, hoje em dia, caracterizam-se pela elevada resistência e compacidade, bem como pelos elevados módulos de elasticidade. O principal objectivo destes betões é, agora, apresentar maior resistência às acções agressivas do ambiente.

No que respeita ao betão, actualmente no LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, estão a ser desenvolvidas duas linhas de inovação tecnológica. Uma delas está relacionada com o controlo da retracção. O betão retrai devido às acções de hidratação do cimento. Tendem a introduzir-se novos adjuvantes para controlar a retracção que conduzirá à fissuração, se as estruturas não forem bem dimensionadas e se o betão prescrito em obra não tiver em conta os seus níveis de retractividade. Outra linha de acção é a cura interna. A cura é feita normalmente com membranas de cura ou rega. Com a cura interna, introduzem-se elementos na massa do betão com capacidade de retenção de água, permitindo que a hidratação ocorra sem deixar a água sair providenciando uma fonte de água posterior, no interior da massa, para a continuidade das reacções de hidratação.

O LNEC está a desenvolver algumas destas linhas de investigação através do Núcleo de Betões. Entre os projectos de investigação programada para o período 2005-2008 encontram-se estudos sobre betões auto-compactáveis, de retracção controlada e de elevado desempenho. A prevenção e mitigação dos efeitos das reacções expansivas do betão é o tema de outra das pesquisas.

No âmbito da investigação sobre ambiente e sustentabilidade estão a ser desenvolvidos trabalhos sobre betões e argamassas com incorporação de resíduos e ligantes betuminosos para pavimentação.

A reciclagem do betão permite limitar a delapidação das pedreiras de onde é retirada a maior quantidade de agregados naturais usados no fabrico do betão. Os resíduos podem ser valorizados. É necessário realizar ensaios que demonstrem que ao usar determinados resíduos conseguimos não prejudicar as propriedades e, nalguns casos, até melhorá-las.

A questão da reciclagem do betão, proveniente da demolição de edifícios ou de excedentes de materiais de construção, e o uso de agregados reciclados provenientes de resíduos da construção e de demolições, tem estado cada vez mais em destaque, quer devido à necessidade de poupar os recursos naturais, quer como forma de gerir este fluxo específico de resíduos.

O potencial de aproveitamento de recursos é todavia limitado. Dados da ECOSERVE, uma rede temática da Comissão Europeia sobre a Indústria da Construção, indicam que à escala europeia, mesmo se fossem utilizados todos os agregados reciclados, estes representariam apenas, no máximo 10% do consumo anual de agregados. No entanto, à escala local ou nacional – dependendo da disponibilidade de recursos específicos e da situação de gestão de resíduos – o impacto poderia ser maior. Uma das principais limitações a esta utilização tem sido a falta de normalização. Por isso, estão a ser desenvolvidos trabalhos no sentido destes materiais serem integrados nas normas europeias para materiais e estruturas e para elaborar especificações fáceis de utilizar.

Com a quantidade de resíduos da construção e demolição (RCD) gerados anualmente na Europa, estimada em 500 quilos *per capita*, é, igualmente necessário definir incentivos económicos para que a reciclagem se torne uma opção.

A percentagem de resíduos que são reciclados varia de país para país. Na Holanda, Bélgica e Dinamarca é superior a 90%, na Alemanha atinge 80%, em França representa 20%, em Itália e Espanha ronda os 10% [9].

O betão reciclado tem várias aplicações, entre as quais se destacam: utilização como material de sub-base e base de estradas; misturas betuminosas; material de enchimento e como substituto de agregados naturais.

O desempenho do betão com agregados reciclados é satisfatório comparativamente ao betão convencional, indicam vários estudos. Esta utilização tem sido prioritária em algumas zonas da Holanda e da Bélgica, devido à falta de materiais naturais. Outro condicionante prende-se com o transporte. Não existem razões ambientais que justifiquem transportar os RCD a distâncias excessivas somente para os reciclar. Os RCD devem ser triturados, processados e reutilizados localmente para que esta tecnologia seja sustentável. Deve ser também mencionada a possibilidade do fabricante de betão acrescentar aos seus agregados naturais agregados reciclados resultantes da sua própria produção, como rejeições de betão, excedentes de produção, elementos pré-fabricados, etc. Deste modo, o fabricante fecha o seu ciclo de resíduos, melhorando o seu perfil ambiental [9], [19], [20].

No 3º Congresso Nacional da Construção (17 a 19 de Dezembro de 2007), uma das temáticas introduzidas pelo Centro de Investigação em Ciências da Construção (CICC), no âmbito da Sustentabilidade na Construção é a da introdução de materiais de construção provenientes da reciclagem. Este facto assinala a percepção por parte da comunidade científica nacional da área da construção civil, dos benefícios resultantes da adopção destas práticas inovadoras ao nível da reciclagem de produtos da construção. Outra das temáticas abordadas é a da Internacionalização das Empresas de Construção Portuguesas, numa perspectiva de valorização futura dos seus quadros técnicos (desenvolvida pelo Eng.º António Mota). Este tema serve ainda de mote para uma discussão mais alargada sobre a criação de uma Plataforma Tecnológica Nacional da Construção e Engenharia Civil, na qual as empresas prestadoras de Serviços de Fiscalização de Obras deverão ter um papel precursor face às suas responsabilidades ao nível da Consultoria Externa aos Donos de Obra [10].



# 4

## METODOLOGIAS DA FISCALIZAÇÃO

### 4.1. METODOLOGIAS DE TRABALHO NA COORDENAÇÃO DE OBRAS

No presente capítulo pretende-se a definição de metodologias que descrevam a forma como as empresas asseguram a prestação de serviços de Coordenação de Obras, de acordo com os requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade (NP EN ISO 9001:2000 - Sistemas de Gestão da Qualidade), Ambiente (NP EN ISO 14001:1999 - Sistemas de Gestão Ambiental) e Segurança (OHSAS 18001:1999 – Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional).

Para a definição de uma metodologia de trabalho para a Coordenação de Obras importa identificar e caracterizar as etapas do seu desenvolvimento, as responsabilidades dos seus intervenientes, estabelecendo interfaces com as demais funções da Fiscalização.

Na definição da metodologia de trabalho da equipa de coordenação de obras, importa previamente descrever as responsabilidades atribuídas aos diferentes intervenientes. O Director de Projecto (DP) é responsável pela definição e controlo da execução do processo. O Responsável de Processo (RP) é responsável pela execução das actividades que compõem o processo, informação ao Director de Projecto (DP) e arquivo de toda a documentação gerada no âmbito deste processo.

## PROCEDIMENTO

INPUTS	ACTIVIDADES	OUTPUTS	RESP.	DESCRIÇÃO
Elaboração de regulamento de Estaleiro	Reunião Interna	Elaboração de regulamento de Estaleiro	DP	Reunião de início do processo
	Regulamento de Estaleiro		DP	Elaboração do Regulamento de Estaleiro
	Plano de Execução do Empreendimento	Plano de Execução	DP	Elaboração do Plano de Execução do Empreendimento
	Plano de Arranque do Empreendimento	Plano de arranque	DP	Elaboração do Plano de Arranque do Empreendimento
Plano de Execução	Coordenação da Obra	Relatório de coordenação de Obra	RP	Reuniões, visitas e contactos necessários a coordenação de obra
	Relatório de Coordenação de Obra		DP	Elaboração do relatório de Coordenação de Obra, com a periodicidade prevista no PQE
	Medidas Correctivas	Relatório Final	DP	Proposta e desenvolvimento de medidas correctivas necessárias ao cumprimento dos objectivos do Dono de Obra
	Relatório Final de Execução do Empreendimento		DP	Elaboração do Relatório Final de Execução da Obra
Encerramento do Processo	Arquivo	Pasta Técnica	DP	Arquivo da Pasta Técnica de Coordenação de Obras

Fig. 17 – Metodologia de Trabalho para Coordenação de Obras

O procedimento anteriormente descrito é constituído por diferentes etapas:

### 4.1.1. Abertura do Processo

Na reunião de Arranque da Encomenda, o Director de Projecto (DP) e o Dono de Obra definem o âmbito e objectivo da coordenação e identificam os diferentes intervenientes na execução da obra. Em consequência, o Director de Projecto (DP) promove uma reunião com os Responsáveis de Processo (RP), durante a qual divulga a acta de reunião de Arranque da Encomenda e o Plano de Qualidade da Encomenda (PQE) – figura 17.

#### 4.1.2. Execução do Processo

Se previsto no Plano da Qualidade da Encomenda (PQE) o Responsável de Processo (RP) elabora o Regulamento de Estaleiro – Versão Preliminar. O Director de Projecto verifica e valida estes documentos, enviando-os ao Dono de Obra para aprovação. Após a aprovação pelo Dono de Obra o Director de Projecto (DP) promove a sua divulgação pelos Responsáveis de Processo (RP) e pelos restantes intervenientes da obra – figura 17.

Se previsto no Plano de Qualidade da Encomenda (PQE), poderão as empresas de Fiscalização elaborar o Plano de Execução do Empreendimento (PEE). Para o efeito o Responsável do Processo (RP) recolhe a informação e os elementos necessários à elaboração do planeamento global e do mapa de compromissos financeiros do empreendimento, elaborando ainda o Plano de Execução do Empreendimento – Versão Preliminar. O Director de Projecto (DP) verifica e valida estes elementos e envia-os para o Dono de Obra para aprovação. Após a aprovação por parte do Dono de Obra, este documento constitui o Plano de Execução do Empreendimento (PEE).

Se previsto no Plano de Qualidade da Encomenda (PQE), poderão as empresas prestadoras de serviços na área da Fiscalização elaborar o Plano de Arranque do Empreendimento (PAE). Para o efeito o Responsável do Processo de Coordenação de Obra (RP) contacta as entidades fornecedoras de serviços públicos necessários à exploração do empreendimento para recolha de informação acerca dos trâmites, formalismo e prazos legais de obtenção das autorizações e ligações a esses mesmos serviços. Com base nesses elementos o Responsável do Processo (RP), elabora o Plano de Arranque do Empreendimento (PAE).

O Director de Projecto (DP) verifica e valida este plano e divulga-o pela Equipa Técnica para integração nos planeamentos dos restantes processos. O Plano de Arranque do Empreendimento (PAE) será anexado ao Plano de Execução do Empreendimento (PEE) e será actualizado com base nas actualizações dos planeamentos associados aos restantes processos.

O Responsável de Processo (RP) promove a realização das reuniões de coordenação, visitas e contactos previstos no Plano da Qualidade da Encomenda (PQE) ou necessários ao desenvolvimento dos trabalhos, assegurando ainda a elaboração e divulgação dos respectivos registos (actas de reunião ou correspondência).

O Responsável do Processo (RP) controla a execução das actividades definidas que lhe permitem assegurar a coordenação do empreendimento e verifica a compatibilização e eficácia da comunicação entre os intervenientes. Em consequência, informa o Director de Projecto (DP) das eventuais dificuldades surgidas na comunicação entre os intervenientes.

Com a periodicidade definida no Plano de Qualidade da Encomenda (PQE), o Responsável do Processo (RP) elabora um Relatório da Coordenação de Obra onde regista a evolução de cada uma das actividades do Plano de Execução do Empreendimento (PEE) e do Plano de Arranque do Empreendimento (PAE), evidenciando os desvios registados, as suas causas e eventuais propostas de medidas correctivas, e informa o cliente das questões e factos relacionados com a interligação entre os intervenientes e a coordenação de obra.

O Director de Projecto (DP) verifica e valida o relatório e envia-o ao Dono de Obra.

O Director de Projecto (DP), caso verifique que estão em risco os objectivos definidos pelo Dono de Obra informa-o e promove as acções correctivas adequadas (revisão do Plano de Execução do Empreendimento, alterações da equipa, etc.).

#### **4.1.3. Encerramento do Processo**

Após a conclusão da obra, o Responsável do Processo (RP) elabora o Relatório Final de Execução do Empreendimento (RFEE), onde sintetiza a evolução da execução, os desvios registados e as suas causas. O Director de Projecto verifica e valida o relatório e envia-o ao Dono de Obra – figura 17.

#### **1.4. Arquivo da Documentação**

A documentação respeitante a este processo será arquivada na Pasta Técnica de Coordenação de Obras, sob a responsabilidade e guarda do Responsável do Processo (RP). Após o encerramento do processo este arquivo será entregue ao Director de Projecto (DP) – figura 17.

### **4.2. METODOLOGIAS DE TRABALHO NA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS**

No presente capítulo pretende-se a definição de metodologias que descrevam a forma como as empresas asseguram a prestação de serviços de Fiscalização de Obras, de acordo com os requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade (NP EN ISO 9001:2000 - Sistemas de Gestão da Qualidade), Ambiente (NP EN ISO 14001:1999 - Sistemas de Gestão Ambiental) e Segurança (OHSAS 18001:1999 – Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional). Intimamente associados à metodologia de trabalho presentemente analisada, destacam-se ainda alguns instrumentos de auxílio à actividade, tais como o Regime Jurídico de Empreitada de Obras Públicas (DL59/99 de 2 de Março), a Regulamentação das Condições de Segurança e Saúde do Trabalho em Estaleiros Temporários ou Móveis (DL273/2003 de 29 de Outubro) e o Manual de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança.

Para a definição de uma metodologia de trabalho para a Fiscalização de Obras importa identificar e caracterizar as etapas do seu desenvolvimento, as responsabilidades dos seus intervenientes, estabelecendo interfaces com as demais funções da Fiscalização.

Na definição da metodologia de trabalho da equipa de fiscalização de obras, importa previamente descrever as responsabilidades atribuídas as diferentes intervenientes. O Responsável de Processo (RP) é incumbido do controlo e implementação de todas as tarefas inscritas na presente instrução de trabalho. Nesse sentido o (RP) é responsável pelo controlo e actuação da Equipa de Fiscalização, razão pela qual figura recorrentemente no quadro resumo do procedimento abaixo descrito.

## PROCEDIMENTO

INPUTS	ACTIVIDADES	OUTPUTS	RESP.	DESCRIÇÃO
Distribuição de tarefas e áreas de actuação	Abertura do Processo	Distribuição de tarefas e áreas de actuação	RP	O RP deverá efectuar uma reunião de arranque da Fiscalização, com a presença dos seus principais responsáveis e nomeadamente de outros RP cuja actividade se desenvolva sob a sua coordenação. Nessa reunião serão apresentados os elementos da equipa definida a organização interna da mesma e serão distribuídas as tarefas e áreas de actuação de cada um deles.
	Execução do Processo	Comunicações de obra -Relatórios de Acompanhamento -Relatórios Diários -Boletins de Aprovação -Boletins	RP	Durante a execução do processo de Fiscalização deverão ser garantidas e controladas pelo RP, as seguintes acções: -Controlo administrativo da empreitada; -Coordenação da obra e a sua envolvente; -Aprovação dos materiais e equipamentos; -Acompanhamento e controlo dos trabalhos do empreiteiro, nas vertentes Qualidade e Segurança; -Elaborar o Relatório periódico do Processo Fiscalização; -Controlo topográfico; -Controlo das quantidades, custos e prazos; -Controlo e avaliação periódica das actividades da equipa de fiscalização.
	Encerramento do Processo	Relatório Final Interno da Fiscalização	RP	Na fase de conclusão da actividade da equipa de Fiscalização, deverão ser desenvolvidas as seguintes acções por parte do RP da Fiscalização: -Elaboração da Conta Final da Obra; -Levantamento de todas as situações pendentes, para efeitos da Recepção Provisória da Obra; -Elaboração do Relatório Final para o cliente; -Elaboração do Relatório Final Interno da Fiscalização.

. Fig.18 – Metodologia de Trabalho na Fiscalização de Obras

O procedimento anteriormente descrito é constituído por diferentes etapas:

### 4.2.1. Abertura do Processo

Nos casos em que se identifica a presença de diferentes processos numa mesma encomenda de Fiscalização, o Director de Projecto (DP) designa um Coordenador de Fiscalização que garantirá a articulação e enquadramento dos diversos processos no âmbito da Fiscalização da Obra, tal como definido no Plano da Qualidade da Encomenda – figura 18.



Mediante os requisitos definidos no Plano da Qualidade da Encomenda, o responsável do processo (RP) define e faz aprovar por parte do Dono da Obra os procedimentos a implementar no estaleiro, em articulação com os sistemas de qualidade dos restantes intervenientes na obra, bem como as rotinas, prazos e metodologias de relacionamento e transferência de documentos e informação entre estes. Estes procedimentos deverão ser formalizados através de um documento escrito que poderá assumir a forma de “Manual de Procedimentos do Estaleiro”, ou de uma Acta de Reunião de que será dado conhecimento ao Empreiteiro e com a qual este deverá ser vinculado.

O Responsável do Processo (RP) promoverá uma reunião de arranque das actividades da Fiscalização com a presença dos representantes do Dono da Obra e do Adjudicatário. A referida reunião, deverá seguir e desenvolver os pontos definidos na “Agenda Tipo da Reunião de Arranque da Obra”.

Em função das características da obra e dos requisitos do Plano de Qualidade da Encomenda, o Responsável do Processo (RP) deverá elaborar e propor ao Director de Projecto os modelos de organização da respectiva Pasta Técnica, bem como de todos os documentos a emitir para o cliente e outras entidades intervenientes nomeadamente:

- 1 - Índice da Pasta Técnica
- 2 - Relatórios
- 3 - Autos (Medição Mensal, Recepção Provisória, Suspensão,.....etc.)
- 4 - Comunicações (de obra, internas, etc.)
- 5 - Quadros de Controlo de Qualidade
- 6 - Quadros de Controlo de Quantidades

Na sequência da mobilização da equipa de Fiscalização o Responsável do Processo (RP) deverá obrigatoriamente efectuar uma reunião interna de arranque da Fiscalização, com a presença dos seus principais responsáveis e nomeadamente de outros Responsáveis do Processo (RP) cuja actividade se desenvolva sob a sua coordenação. Nessa reunião serão apresentados os elementos da equipa, será definida a organização interna da mesma e será distribuída a documentação/informação em função das tarefas e áreas de actuação de cada um deles.

#### 4.2.2. Execução do Processo

Durante a execução do processo de Fiscalização deverão ser garantidas e controladas pelo Responsável do Processo (RP), as seguintes acções, sem prejuízo de quaisquer outras que possam ser especificamente exigidas pelo cliente e integradas no Plano da Qualidade da Encomenda da encomenda:

- ✓ Controlo administrativo da empreitada, que compreende a emissão/distribuição e arquivo de toda a documentação produzida e recebida no âmbito do processo Fiscalização e de acordo com os fluxogramas e rotinas definidos no Plano da Qualidade da Encomenda – figura 18.
- ✓ Coordenação, seguimento e controlo de todos os assuntos relacionados com a obra e a sua envolvente, de acordo com o definido no Plano da Qualidade da Encomenda, legislação geral

e caderno de encargos da empreitada, bem como o registo escrito e distribuição de todas as acções desenvolvidas nesse âmbito (figura 18), designadamente através de:

- 1 - Reuniões de obra e respectivas actas ou memorandos
  - 2 - Ordens de obra
  - 3 - Comunicações de obra
  - 4 - Cartas, faxes, E-mail
- ✓ Aprovação dos materiais e equipamentos a incorporar na obra, acompanhamento e controlo dos trabalhos desenvolvidos pelo empreiteiro. Controlo de conformidade com o caderno de encargos da empreitada e com a legislação geral aplicável, quer no que diz respeito à qualidade, quer às condições de segurança em que os mesmos decorrem – figura 18. Para este efeito, deverão ser utilizados os modelos tipo definidos nas Instruções de Trabalho do processo Fiscalização, como sejam:
- 1 - Relatórios de Acompanhamento e Inspeção
  - 2 - Relatórios de Não Conformidade
  - 3 - Relatórios Diários dos Fiscais de Frente
  - 4 - Boletins de Aprovação de Materiais e Equipamentos
  - 5 - Boletins de Controlo de Execução dos Trabalhos (Betões, Montagens, Fabrico, Escavação, Aterro, etc.)
- ✓ Elaborar o Relatório periódico do Processo Fiscalização, de acordo com o definido no Plano da Qualidade da Encomenda e apresentá-lo à aprovação do Director de Projecto (DP) – figura 18.
- ✓ Controlo da implantação dos trabalhos e controlo topográfico dos volumes de movimento de terras efectuado pelo empreiteiro, mediante a utilização dos procedimentos inerentes ao processo de Topografia, nomeadamente através da aplicação dos procedimentos correspondentes ao Boletim de Verificação de Implantação e Boletim de Controlo Topográfico de Volumes e de acordo com o definido no Plano da Qualidade da Encomenda. Esta actividade poderá ser delegada num elemento da equipa de Fiscalização que assumirá a função de responsável do processo da topografia – figura 18.
- ✓ Controlo das quantidades, custos e prazos de todos os trabalhos desenvolvidos na obra, tendo em conta o regime da empreitada e os requisitos do Plano da Qualidade da Encomenda, através da elaboração e actualização dos quadros e mapas tipo definidos no Plano da Qualidade da Encomenda (figura 18), bem como:
- 1 - Apreciar e fazer aprovar pelo Dono de Obra (DO) as propostas de trabalhos adicionais e preços novos apresentados pelo Empreiteiro;
  - 2 - Emitir, aprovar e visar os Autos de Medição Mensais;
  - 3 - Apreciar os P.T. apresentados pelo Empreiteiro e promover a sua aprovação pelo Dono de Obra (DO);

- 4 - Apreciar os pedidos de prorrogação apresentados pelo Empreiteiro e promover a sua aprovação pelo Dono de Obra (DO);
- 5 - Calcular todas as penalidades aplicáveis ao Empreiteiro de acordo com o contrato respectivo e pô-las à apreciação/decisão do Dono de Obra (DO);
- 6 - Apreciar e aprovar as revisões de preços apresentadas pelo Empreiteiro.

**NOTA** – As actividades de recolha e tratamento de dados relativos a prazos, quantidades e custos, poderão ser delegadas em responsáveis de processo autónomos, no entanto os output's destes processos terão de ser sempre validados pelo responsável do processo da Fiscalização.

- ✓ Controlo e avaliação periódica das actividades desenvolvidas pela equipa de Fiscalização e distribuição de documentação e de tarefas pelos seus elementos, mediante a realização de reuniões internas semanais – figura 18. Estas reuniões servirão também para a realização de pontos de situação dos trabalhos em curso por parte do empreiteiro, uniformização de critérios, recolha de informações diversas, etc.

#### 4.2.3. Encerramento do Processo

Na fase de conclusão dos trabalhos e da actividade da equipa de Fiscalização, deverão ser desenvolvidas as seguintes acções por parte do Responsável do Processo (RP) da Fiscalização (figura 18):

- 1 - Elaboração da Conta Final da Obra;
- 2 - Levantamento de todas as situações pendentes, para efeitos da Recepção Provisória da Obra;
- 3 - Elaboração do Relatório Final para o cliente;
- 4 - Elaboração do Relatório Final Interno da Fiscalização;
- 5 - Selecção e organização da documentação para integração em “Arquivo Morto ”

#### 4.2.4. Arquivo da Documentação

A documentação respeitante a este processo será arquivada na Pasta Técnica do Processo de Fiscalização de Obras, sob a responsabilidade e guarda do Responsável do Processo (RP). Após o encerramento do processo este arquivo será entregue ao Director de Projecto (DP) – figura 18.

### 4.3. METODOLOGIAS DE TRABALHO PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EM EQUIPAS DE FISCALIZAÇÃO

No presente capítulo pretende-se a definição de metodologias que descrevam a forma como as empresas asseguram a elaboração, verificação, aprovação, revisão, distribuição e manutenção de procedimentos de gestão, de acordo com os requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade (NP EN ISO 9001:2000 - Sistemas de Gestão da Qualidade), Ambiente (NP EN ISO 14001:1999 - Sistemas de Gestão Ambiental) e Segurança (OHSAS 18001:1999 – Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional).

Para a definição de uma metodologia de trabalho para a elaboração de procedimentos de gestão, importa identificar e caracterizar as etapas do seu desenvolvimento, as responsabilidades dos seus intervenientes, estabelecendo interfaces com as demais funções da Fiscalização.

A responsabilidade pela implementação e prossecução desta instrução de trabalho é do Conselho da Qualidade, Ambiente e Segurança (CQAS). A sua execução é efectuada por Grupos de Trabalho (GT) nomeados pelo Conselho da Qualidade Ambiente e Segurança (CQAS).

## PROCEDIMENTO

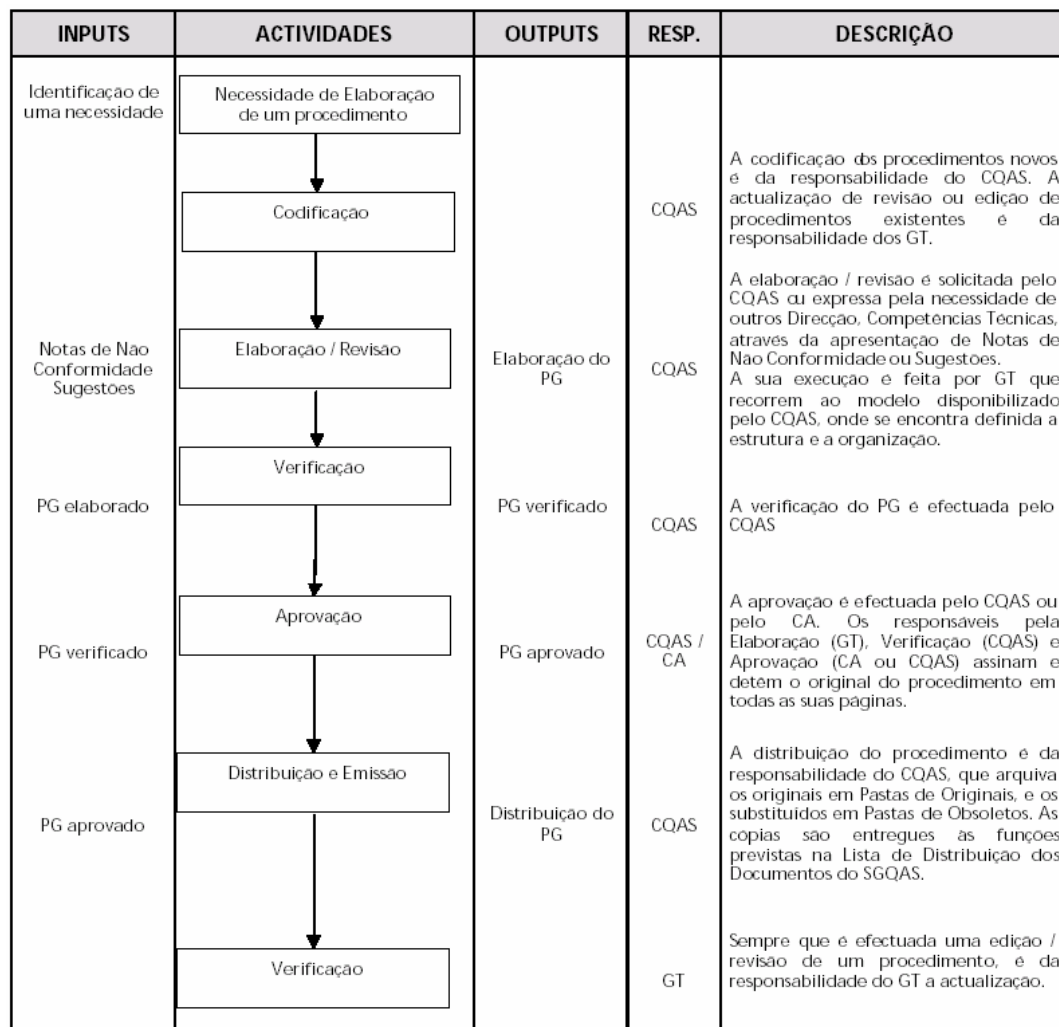


Fig.19 – Metodologia de Trabalho para elaboração de procedimentos em equipas de Fiscalização.

## NOTA TÉCNICA E ANEXOS

### 4.3.1 – Modelo do Procedimento

A elaboração de Procedimentos de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança (PG) é baseada num modelo informático, que funciona no processador de texto Word, em ambiente

WINDOWS. Para poder utilizar este modelo, os Grupos de Trabalho (GT) têm que o copiar para a pasta modelos do Sistema Operativo Windows.

### Tamanho do Papel

O papel utilizado na configuração da página é A4, com orientação vertical e apresenta as seguintes dimensões:

	Dimensões (cm)
Largura	21.0
Altura	29.7

### Margens da Página

As margens da página permitem definir no modelo informático a posição do corpo de texto em relação à dimensão do tipo de página adaptado.

Margens (cm)	Corpo de Texto	Cabeçalho	Rodapé
Superior	3.0	0.9	-
Inferior	3.0	-	1.0
Esquerda	5.75	2.0	2.5
Direita	2.0	1.0	1.0
Dimensões (cm)	Corpo de Texto	Cabeçalho	Rodapé
Largura	17.5	17.5	17.5
Altura		2.1	

### Secções da Página

Cada página é constituída pelas seguintes secções:

- Cabeçalho;
- Corpo de Texto;
- Rodapé.

O Cabeçalho é constituído pelas três seguintes áreas:

- **Área Direita** – Apresenta o logótipo da empresa;
- **Área Central** – Apresenta duas linhas. Na primeira linha surge o título “Procedimento de Gestão do Sistema de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança. Na segunda linha apresenta a designação de “Procedimento de Gestão” (PG).
- **Área Esquerda** – Apresenta uma linha na qual é definida a edição do “Procedimento de Gestão (PG) e o número que lhe é atribuído.
- **Corpo do texto** – Escrito e estilo normal, tipo de letra Arial (tamanho 10).

O Cabeçalho é constituído pelas três seguintes áreas:

**Área Esquerda** – Apresenta duas linhas. Na primeira linha, é definida a paginação em relação ao número total de páginas; na segunda, é apresentada o número da versão do Procedimento de Gestão (PG).

### **Títulos Predefinidos**

O modelo apresenta cinco títulos predefinidos e formatados com o objectivo de facilitar e homogeneizar a elaboração dos Procedimentos e Gestão (PG).

#### **4.3.2. Secções do Procedimento**

Os Procedimentos de Gestão (PG) são constituídos pelas seguintes seis secções:

Secção	Designação
1	Objectivo
2	Âmbito
3	Referências
4	Responsabilidades
5	Procedimento
6	Anexos

#### **4.3.3. REFERENCIAÇÃO DO PROCEDIMENTO**

##### **Codificação**

A codificação da numeração dos Procedimentos de Gestão (PG) é efectuada de acordo com o seguinte critério:

PG – NR

PG – Dois caracteres que caracterizam o Tipo de Documento

NR – Número que identifica o número do requisito do Manual de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança

##### **Revisão e Edição**

A codificação da numeração da edição e revisão do Procedimento de Gestão (PG) é efectuada de acordo com o seguinte critério:

MMMAA/NS

Três caracteres que identificam o mês da edição ou revisão

AA - Dois caracteres que identificam o ano da edição ou revisão

NS - Dois números que identificam o número sequencial da edição ou revisão

As revisões correspondem a alterações de pormenor do Procedimento de Gestão (PG). As edições correspondem às primeiras versões dos Procedimentos de Gestão (PG) ou a uma nova versão que é sempre efectuada quando se verifique uma das seguintes condições:

- Sexta revisão do Procedimento de Gestão (PG)
- Revisão geral do Procedimento de Gestão (PG)

#### 4.3.4. PAGINAÇÃO DO PROCEDIMENTO

Todas as páginas dos Procedimentos de Gestão (PG) incluem os seguintes elementos:

Cabeçalho:

- Logótipo da empresa
- Número e designação do Procedimento de Gestão (PG)
- Número da edição do Procedimento de Gestão (PG)

Rodapé:

- Versão do Procedimento de Gestão (PG)
- Identificação do número da página / número total de páginas

A disposição destes elementos encontra-se definida na página tipo apresentada em anexo.

#### 4.3.5. CONTEÚDO GERAL DOS PROCEDIMENTOS

Regras para a Elaboração

O Conselho da Qualidade, Ambiente e Segurança (CQAS) é responsável por assegurar que cada Procedimento de Gestão (PG) elaborado é:

- Possível de cumprir;
- Realista, elaborado com um objectivo bem definido;
- Completo, cobrindo todos os casos e fronteiras do âmbito;
- Isento de contradições, quer no interior do próprio procedimento, quer com outros Procedimentos de Gestão (PG);
- Claro e simples, recorrendo sempre que se mostre vantajoso, à inclusão de anexos.

Os parágrafos são separados entre si por uma linha em branco.

Último parágrafo de uma secção ou título é separado da nova secção ou título por uma linha em branco.

Todos os termos que se encontram definidos são escritos com as iniciais maiúsculas e seguidas da sua abreviatura entre parênteses, excepto nas secções iniciais referentes à definição dos objectivos e do âmbito, em que apenas se escreve os termos com as iniciais maiúsculas.

O modelo formatado para a elaboração dos Procedimentos de Gestão (PG) permite criar subtítulos, que têm de ser formatados de acordo com o seu nível dentro da estrutura do modelo.

Nos Procedimentos de Gestão (PG) que não recorrem à utilização do anexo, este tem de ser suprimido.

### **Conteúdo de cada secção**

Cada Procedimento de Gestão (PG) é constituído por seis secções de preenchimento obrigatório e um anexo optativo, que se encontram estruturados de acordo com o modelo informático.

Cada secção do Procedimento de Gestão (PG) tem de abordar:

Secção	Designação	Conteúdo
1	OBJECTIVO	Secção onde são definidos sinteticamente os objectivos do Procedimento de Gestão (PG)
2	ÂMBITO	Secção onde é definido o campo de aplicação do Procedimento de Gestão (PG)
3	REFERÊNCIAS	Secção onde são indicadas as Normas ou documentos que servem de base à elaboração do Procedimento de Gestão (PG)
4	RESPONSABILIDADES	Secção onde é definida a responsabilidade pela manutenção e actualização do Procedimento de Gestão (PG)
5	PROCEDIMENTO	Secção onde se descrevem os métodos e processos de execução necessários para o controlo das actividades, abrangendo todos os requisitos definidos no Manual de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança
6	ANEXO	Secção onde podem ser apresentados elementos considerados importantes para a melhor compreensão do Procedimento de Gestão (PG)



#### **4.4. METODOLOGIAS DE TRABALHO PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE INSPECÇÃO E ENSAIO EM TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

No presente capítulo pretende-se a definição de metodologias que descrevam a forma como as empresas asseguram a elaboração do Plano de Inspeção e Ensaios, de acordo com os requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade (NP EN ISO 9001:2000 - Sistemas de Gestão da Qualidade), Ambiente (NP EN ISO 14001:1999 - Sistemas de Gestão Ambiental) e Segurança (OHSAS 18001:1999 – Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional).

Para a definição de uma metodologia de trabalho para a elaboração do Plano de Inspeção e Ensaios importa identificar e caracterizar as etapas do seu desenvolvimento, as responsabilidades dos seus intervenientes, estabelecendo interfaces com as demais funções da Fiscalização.

Esta metodologia de trabalho encontra-se intimamente associada à elaboração dos Planos de Qualidade das Encomendas (Empreitadas).

Na definição da metodologia de trabalho da equipa de coordenação de obras, importa previamente descrever as responsabilidades atribuídas as diferentes intervenientes. O Director de Projecto (DP) é responsável pela elaboração e concepção dos Planos de Inspeção e Ensaio (PIE), e por assegurar que as verificações e validações dos produtos fornecidos pelo Dono de Obra (cliente), Adjudicatário (fornecedor) e Fiscalização são realizadas e evidenciadas.

## PROCEDIMENTO

INPUTS	ACTIVIDADES	OUTPUTS	RESP.	DESCRIÇÃO
PIE	PQE	PIE	DP	O DP prepara o PIE em conjunto com o C e com os RP, preenchendo os campos destinados ao planeamento das acções em função das fases da encomenda, das Competências Técnicas e dos processos intervenientes.
	Elaboração do PIE			
	Divulgação do PIE			
PIE preenchido	Execução do PIE	PIE preenchido	DP, C	Os RP devem assegurar que as verificações ou validações previstas no PIE para cada uma das fases da encomenda são executadas pelos elementos da sua ET, e que as evidências se encontram no PIE ou nos documentos de registo previstos para as verificações. Após a conclusão de uma fase da encomenda, o DP, antes de proceder à elaboração do RCE, deve assegurar que o PIE foi devidamente executado e analisa a validade das acções previstas, procedendo a sua validação no campo previsto no documento.
	Alterações ao PIE	PIE alterado	DP	Se for detectada a necessidade de prever uma nova acção, o RP solicita ao C ou ao DP a alteração do PIE, havendo espaço para o efeito, a acção será manuscrita nas folhas existentes e será validada através da rubrica do DP. Não havendo espaço, será anexada uma nova folha ao PIE, onde será manuscrita a acção a incluir. Caso se verifiquem alterações profundas, o DP procede à emissão de uma nova versão, sendo mantido o original do PIE da versão anterior, que evidencia o registo das acções até aí efectuadas.

Fig. 20 - Metodologia de Trabalho para elaboração de procedimentos de inspecção e ensaio em trabalhos de Construção Civil

O procedimento anteriormente descrito é constituído por diferentes etapas:

#### 4.4.1. Descrição do Procedimento

Constituição do Plano de Inspeção e Ensaio

O Plano de Inspeções e Ensaios (PIE) encontra-se estruturado em duas secções (figura 20):

- Secção destinada ao planeamento das acções de verificação e validação;
- Secção destinada ao registo dos resultados das acções de verificação e validação.

A secção para o planeamento das acções é constituída pelos seguintes campos (figura 20):

- Fase da Encomenda;
- Competência Técnica/Direcção;
- Área Técnica/Processo;
- Objecto da Verificação/Validação;
- Documento de Referência/Método de Inspeção;
- Responsável (Função);
- Data prevista/Frequência.

A secção para o registo dos resultados das acções é constituída pelos seguintes campos:

- - Rubrica/Registo;
- - Data de Execução;
- - Documento de Evidência;
- - Observações.

#### 4.4.2. Elaboração do Plano de Inspeções e Ensaios

Planeamento das Acções de Verificação e Validação

O Director de Projecto (DP) prepara o Plano de Inspeções e Ensaios (PIE) em conjunto com o Coordenador (C) e com os Responsáveis dos Processos (RP), preenchendo os campos destinados ao planeamento das acções de verificação e validação, em função das fases da encomenda acordadas com o cliente, das Competências Técnicas e dos processos intervenientes, e devem ser preenchidos da seguinte forma (figura 20):

Secção para o planeamento das acções:

- **Fase de Encomenda** – Identifica a fase da encomenda definida no planeamento do PQE;
- **Competência Técnica/Direcção** – Identifica as competências técnicas ou direcções definidas no detalhe técnico do PQE, incluídos no âmbito da encomenda;
- **Área Técnica/Processo** – Identifica as áreas técnicas ou os processos definidos no detalhe técnico do PQE, ao qual está associada a acção de verificação ou validação a executar;
- **Objecto da Verificação** – Define o objecto das acções de verificação ou validação (ex. Relatório Diário da Fiscalização, Boletins de Recepção de Materiais, Pareceres, Relatório Mensal, Outros.);
- **Documento de Referência/Método de Inspeção** – Campo destinado a identificar o documento que suporta as acções de verificação (Normas, Regulamentos, PG, IT, outros) ou, caso esta metodologia não esteja prevista em nenhum documento, identifica o método a aplicar na verificação ou validação;
- **Responsável (Função)** – Campo destinado às iniciais da função que realizará a acção de verificação ou validação prevista (DP, C, RP.). Caso seja difícil a identificação do responsável pela acção de verificação ou validação através das iniciais da função, deverão ser apresentadas, além destas e entre parênteses, as iniciais do colaborador;
- **Data Prevista/Frequência** – Campo destinado à data ou ponto-chave da encomenda previsto para a realização das acções pontuais, ou, definição da frequência para acções de carácter periódico (ex. diário, semanal, mensal ou outro).

Registo dos Resultados das Acções de Verificação e Validação

Das acções de verificação e validação previstas no Plano de Inspeção e Ensaio (PIE) serão feitos registos, que permitem evidenciar a realização e o resultado dessas acções. Estes registos podem ser realizados de duas formas, dependendo do tipo de acção de verificação e validação a fazer, isto é, acções pontuais ou acções periódicas (figura 20).

Secção para o registo dos resultados:

- **Rubrica/Registo** – Neste campo será colocada a rubrica do responsável pela acção de verificação ou validação, caso esta seja do tipo pontual, sendo o registo da acção efectuado neste campo. Caso a acção de verificação ou validação prevista seja do tipo periódico, este campo apresentará a identificação do documento onde serão realizados os registos dos resultados das acções realizadas. Estes documentos deverão ter por base o Modelo de Registo de Acções de Verificação. Para acções deste tipo, este é o último campo de registo a ser preenchido no PIE;
- **Data de Execução** – Neste documento será colocada a data da realização efectiva da acção de verificação ou validação prevista (apenas para acções do tipo pontual), nos restantes casos os registos serão efectuados no Modelo de Registo de Acções de Verificação;
- **Documento de evidência** – Campo destinado à referência do documento onde está evidenciada ou serviu de suporte à acção de verificação ou validação, nos casos de acções

pontuais (ex. Acta de Reunião, Organograma da Equipa Técnica, Registo de Credenciação dos Colaboradores, Registo de Validação das Operações Informáticas, ou outro.);

- **Observações** – Campo destinado à colocação de informação adicional, considerada importante para a melhor interpretação das acções de verificação ou validação realizadas (ex. justificação dos desvios da execução de acções, identificação da nota de não conformidade que resulte de uma verificação ou validação, justificação da substituição do responsável pela acção de verificação ou validação, ou outras.).

#### 4.4.3. Actividades Objecto de Acções de Verificação e Validação

As principais acções de verificação e validação na Unidade de Negócio Gestão (UNG) são, nomeadamente, as seguintes (figura 20):

##### **Acções referentes ao Controlo da Concepção**

No âmbito da Direcção e Coordenação da Encomenda e da responsabilidade do respectivo Director de Projecto (DP) e Coordenador (C), temos:

- Análise dos requisitos assumidos com o cliente (requisitos genéricos referentes ao âmbito global da prestação de serviço);
- Verificação do Levantamento da legislação aplicável (por parte das Áreas Técnicas/Processos);
- Nomeação da Equipa Técnica;
- Verificação do produto externo;
- Identificação dos Parâmetros Críticos;
- Verificação da Revisão do Projecto;
- Verificação dos elementos do projecto;
- Validação dos elementos do projecto.

No âmbito das Áreas Técnicas/Processos e da responsabilidade dos Responsáveis dos Processos (RP), temos:

- Análise dos requisitos assumidos com o cliente (requisitos referentes ao âmbito específico da área técnica associada);
- Identificação da legislação aplicável;
- Verificação técnica do produto externo;
- Revisão do projecto;
- Verificação técnica dos elementos produzidos;
- Validação técnica dos elementos produzidos.

### **Ações referentes ao Controlo do Processo**

No âmbito da Direcção e coordenação da Encomenda e da responsabilidade do respectivo Director de Projecto (DP) e Coordenador (C), temos:

- Verificação da Credenciação da Equipa Técnica;
- Verificação da Disponibilidade da Equipa Técnica;
- Verificação da Metodologia de Execução;
- Verificação da Validação das Aplicações Informáticas de Cálculo;
- Verificação do cumprimento do Plano de Inspeção e Ensaio;
- Verificação do cumprimento do planeamento.

No âmbito das Áreas Técnicas/Processos e da responsabilidade dos Responsáveis dos Processos (RP), temos:

- Assegurar a credenciação da Equipa Técnica;
- Assegurar a disponibilidade da Equipa Técnica.

#### **4.4.4. Execução do Plano de Inspeções e Ensaios**

O Director de Projecto (DP) através de uma reunião marcada para o efeito ou por outro meio de distribuição divulga o Plano de Inspeções e Ensaios (PIE) aos Responsáveis dos processos (RP) das Competências Técnicas intervenientes (figura 20).

Os Responsáveis dos processos (RP) das Competências Técnicas intervenientes, devem assegurar que as verificações ou validações previstas no Plano de Inspeções e Ensaios (PIE) para cada uma das fases da encomenda são executadas pelos elementos da sua Equipa Técnica (ET), e que as evidências se encontram no Plano de Inspeções e Ensaios (PIE), para acções de verificação pontuais, ou nos documentos de registo previstos para as verificações periódicas.

Após a conclusão de uma fase da encomenda e quando asseguradas que as evidências de todas as acções previstas foram executadas, o Director de Projecto

(DP), antes de proceder à elaboração do Relatório de Conclusão da Encomenda, deve assegurar que o Plano de Inspeções e Ensaios (PIE) foi devidamente executado e analisa a validade das acções previstas, procedendo à sua validação no campo previsto no documento.

#### **4.4.5. Alterações ao Plano de Inspeções e Ensaios**

Se no decorrer da encomenda, for detectada a necessidade de se prever uma nova acção numa dada fase, o Responsável do processo (RP) solicita ao Coordenador (C) ou ao Director de Projecto (DP) a alteração do Plano de Inspeções e Ensaios (PIE). Neste caso, e havendo espaço para o efeito, a acção será manuscrita nas folhas existentes e será validada através da rubrica do Director de Projecto (DP). Não havendo espaço, será anexada uma nova folha ao Plano de Inspeções e Ensaio (PIE), onde será manuscrita a acção a incluir. A paginação da nova folha, manterá a numeração da página anterior acrescida da letra referente à alteração (ex. a, b, c) (figura 20).

Caso se verifiquem mudanças profundas, devido a alterações do âmbito da encomenda ou outro, o Director de Projecto (DP) procede à emissão de uma nova versão, sendo mantido o original do Plano de Inspeções e Ensaios (PIE) da versão anterior, que evidenciam o registo das acções até aí efectuadas.

## ANEXO

- Registo de Acções de Verificação e Validação
- Plano de Inspeção e Ensaio.

# 5

## METODOLOGIAS DE CONTROLO DE CONFORMIDADE

### 5.1. METODOLOGIAS DE CONTROLO DE CONFORMIDADE EM TRABALHOS DE BETÃO ARMADO

#### 5.1.1 - Objectivos

No presente capítulo, descreve-se o conjunto de actividades inseridas dentro do Processo de Fiscalização, relativamente ao controlo dos trabalhos de “Betão Armado”, de acordo com os requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança.

#### 5.1.2 - Âmbito

A presente Instrução de Trabalho será aplicada ao controlo e acompanhamento dos diversos trabalhos que envolvam a aplicação de Betão (Betão Simples, Betão Armado ou Betão Pré – Esforçado).

#### 5.1.3 - Referências

Os procedimentos associados à metodologia em análise baseiam -se nos requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade (NP EN ISO 9001:2000 - Sistemas de Gestão da Qualidade), Ambiente (NP EN ISO 14001:1999 - Sistemas de Gestão Ambiental) e Segurança (OHSAS 18001:1999 – Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional). Relativamente às referências legais, normativas e regulamentares, estas são apresentadas no ponto 6.3 do presente capítulo.

#### 5.1.4 - Responsabilidades

A responsabilidade pela implementação e monitorização desta metodologia, é dos Técnicos Fiscais (TF) que integram as Equipas Técnicas (ET), com supervisão dos respectivos Coordenadores (C).



### 5.1.5 - Procedimentos

Neste ponto do capítulo, associado à descrição da metodologia de controlo de conformidade em trabalhos de betão armado, apresenta-se um possível modelo de fluxograma funcional. Nele são descritas as actividades que deverão ser desenvolvidas do âmbito do processo de avaliação de conformidade dos trabalhos de betão armado e os respectivos responsáveis pelas acções.

IMPUTS	ACTIVIDADES	OUTPUTS	RESP.	DESCRIÇÃO
Projecto (Peças Escritas e Desenhadas)	<p>Actividades prévias às Betonagens</p> <p>Estudo e Verificação do Projecto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projecto de Estruturas</li> <li>- Projecto de Arquitectura</li> <li>- Projectos de Especialidades</li> </ul>	Levantamento das questões aos Projectistas	C/ET	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar a compatibilidade entre o projecto de Estruturas e o de Arquitectura, bem como, com os projectos das Especialidades, quanto a negativos e elementos embebidos.</li> <li>- Verificar e identificar os acabamentos finais e tratamentos especiais a utilizar.</li> <li>- Identificar os vários tipos de betão a utilizar, bem como materiais utilizados nos elementos estruturais de betão armado.</li> </ul>
Obra + Contrato/Proposta da Empreitada	<p>Identificar/Aprovar a proveniência dos betões</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betão Pronto</li> <li>- De central a instalar na obra</li> </ul>	Registo da aprovação em Reunião de Obra	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprovação da proveniência do betão.</li> </ul>
Estudos das composições dos betões / materiais a utilizar	<p>Aprovação dos estudos de composição dos betões e dos vários materiais associados</p>	Boletins de Aprovação de materiais	C/ET	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprovação dos estudos de composição dos betões e dos materiais utilizados, de acordo com o PIE Anexo I.</li> <li>- Aprovação de todos os materiais utilizados juntamente com o betão nomeadamente, cofragens, aços, outros.</li> <li>- De acordo com o PIE Anexo II.</li> <li>- Controlo do fabrico do betão</li> <li>- No caso do betão pronto deve ser solicitado como é efectuado o controlo da qualidade aos betões.</li> <li>- No caso de central de obra, deve ser controlada a calibração dos equipamentos de medida e efectuar com antecedência ensaios a todas as amassaduras e materiais que entram na composição dos betões. Ver nota técnica.</li> </ul>
Dados sobre o fabrico dos betões	<p>Controlo do Fabrico dos betões</p> <p>Central em obra      Betão Pronto</p> <p>- Verificação da calibração da central</p> <p>- Campanha de ensaios aos betões</p>		C/ET	
Processos Construtivos + Planos das Betonagens + Estudos dos Escoramentos e das Cofragens	<p>- Programação das betonagens</p> <p>- Controlo dos Processos Construtivos</p>	A aprovar em reunião	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar os processos construtivos que vão ser utilizados, escoramentos, cofragens, condições de segurança, etc.</li> </ul>
Pedido de Betonagem	Pedido de Betonagem	Boletim de Controlo de Betonagem	ET/C	Recepção do Boletim e verificação dos dados contidos no mesmo.

IMPUTS	ACTIVIDADES	OUTPUTS	RESP.	DESCRIÇÃO
Obra (local da betonagem)	<pre> graph TD     A([BETONAGEM]) --&gt; B{Verificações a realizar antes da betonagem}     B -- Conforme --&gt; C[Autoriza a betonagem]     B -- Não conforme --&gt; D[Notificar o Empreiteiro das não conformidades para serem rectificadas] </pre>	So deve ser dada autorização para fecho das cofragens após as verificações	TF	As verificações prévias a ter em consideração são: - Implantação dos trabalhos, (se necessário recorrer a Topografia). - Verificação das armaduras e das bainhas de pré-esforço. Atenção aos recobrimentos, empalmes, amarrações. - Verificação dos negativos.
		Autorização de betonagem	TF	- Verificação das cofragens. - Verificação das juntas. - Verificação da limpeza.
Betão Guia de transporte	<pre> graph TD     E[Recepção em obra do betão: - Verificar o tipo de betão (Guia) - Verificar o tempo da amassadura (Guia) - Fazer o ensaio de abaixamento (Slump)] -- Conforme --&gt; F[Controlo da aplicação e compactação do betão Recolha de cubos para ensaios de conformidade]     E -- Não conforme --&gt; G[Rejeitar betão] </pre>	Nota de não conformidade (se for o caso)	TF	- Estão reunidos os equipamentos necessários, bem como, os de substituição, (vibradores, bombas, etc)
		Regista no boletim de controlo de betonagem	TF	No caso de alguma não conformidade, deve notificar de imediato o Empreiteiro e registar no boletim, ou preencher nota de não conformidade.  - Verificação do tipo de betão, conferindo a guia. - Verificação do tempo da amassadura. Se mais de 1,5 h para condições óptimas de tempo, o betão é rejeitado. - Realização do ensaio de abaixamento – “Slump”. Se não estiver de acordo com o NP ENV 206 / C, Encargos, deve ser rejeitado.
Obra	Controlo da aplicação e compactação do betão Recolha de cubos para ensaios de conformidade	Regista no boletim de controlo de betonagem os cubos tirados	TF	- Recolha de cubos para ensaio da conformidade do betão, de acordo com a amostragem definida, no C, Encargos, ou na norma, ou no PIE que venha a ser aprovado para a obra. - Verificar as condições de aplicação / compactação do betão nos moldes e o comportamento das cofragens. <b>Ver nota técnica e PIE do Anexo III.</b>

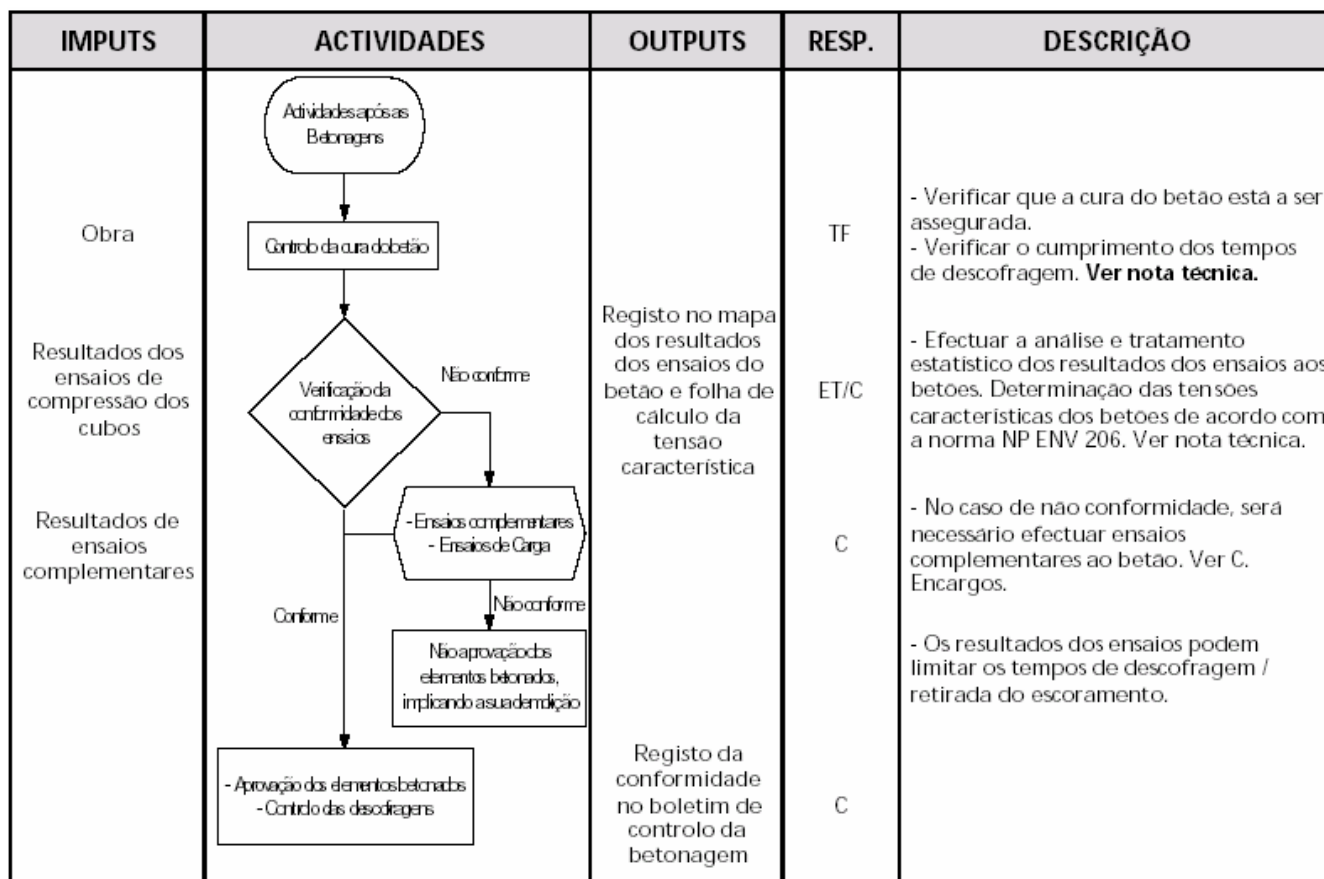


Fig. 21 - Metodologia de Controlo de Conformidade em Trabalhos de betão Armado

### 5.1.6 - Nota Técnica para Trabalhos de Betão Armado

#### 5.1.6.1 - Descrição da Actividade

##### Âmbito de Aplicação

Esta IT (Instrução de Trabalho) será aplicada ao controlo e acompanhamento dos diversos trabalhos que envolvam a aplicação de betão, seja betão simples, armado ou pré-esforçado.

O betão poderá ser fabricado em central de betão pronto ou em obra. Os elementos estruturais podem ser betonados no local de aplicação ou serem pré-fabricados.

Esta nota técnica vai ser estruturada de acordo com as diferentes fases pelas quais passam a preparação dos trabalhos das betonagens, ou seja, estudo do projecto, estudos das composições dos betões e materiais constituintes, fabrico do betão, transporte para o local de aplicação, entrega do betão, definições das metodologias construtivas / colocação do betão, cura do betão, trabalhos complementares e controlo de qualidade (figura 21). Para alguns trabalhos específicos vão também ser definidos aspectos particulares a ter em atenção para o seu controlo e acompanhamento.

Verificação dos Parâmetros e Procedimentos de Controlo de Qualidade Definidos no Contrato/Projecto:

O que está definido e estabelecido no projecto e nos documentos contratuais da empreitada (caderno de encargos e cláusulas técnicas gerais e especiais) deverá ser cuidadosamente analisado e tido em consideração. Caso a situação seja omissa ou pouco detalhada, prevalecerá o definido na legislação em vigor e nas boas regras da arte. Adiante vão ser referidos os parâmetros e procedimentos que devem ser seguidos para o controlo dos betões e estruturas de betão armado.

#### 5.1.6.2 - Métodos e Técnicas

Verificação do Projecto

Devem ser observados e analisados nas peças do projecto os seguintes aspectos:

- Verificar a compatibilidade entre os desenhos do projecto de Estabilidade e o projecto de Arquitectura, no que diz respeito às dimensões, cotas de limpo/tosco, localização dos vãos, etc.
- Verificar a compatibilidade entre o projecto de Estabilidade e os projectos das diversas especialidades, nomeadamente Mecânica e Electricidade. Ver se está definida a posição e dimensões dos negativos a deixar, a definição das tubagens a colocar dentro dos elementos estruturais, a definição dos elementos de fixação, etc.
- Verificar qual é o esquema de tratamento a utilizar nas juntas de dilatação e de construção, tendo em linha de conta o tipo de utilização final da construção e o meio em que está inserida.
- Verificar quais são os acabamentos finais a obter nos elementos de betão.

Controlo dos Materiais

Devem ser verificados de acordo com as especificações do projecto, caderno de encargos e demais disposições legais – Ver Plano de Inspeção e Ensaios.

Materiais Utilizados no Fabrico do Betão

#### **Cimento**

O cimento Portland, o cimento Portland Composto, o cimento de alto forno e o cimento pozolâmico, devem estar de acordo com as normas e regulamentação em vigor. Deve ser aprovada a marca e origem do(s) cimento(s). As condições de fornecimento e recepção devem respeitar o definido na norma NP 2065. Deve ser sempre garantida a sua conservação durante o transporte e armazenamento em obra. Deve ser solicitado ao Empreiteiro a apresentação de boletins de ensaios ao cimento. Todo o cimento armazenado no estaleiro por período superior a três meses, não poderá ser utilizado sem a realização de ensaios para verificar a sua conformidade com as especificações. Todo o cimento que se apresente granulado ou que tenha adquirido presa deverá ser rejeitado. Os ensaios de recepção devem respeitar o definido na NP 2064.

## Inertes

Os inertes não devem conter constituintes prejudiciais em quantidades que possam afectar a durabilidade do betão ou provocar a corrosão das armaduras. Devem satisfazer as exigências indicadas na especificação LNEC E 373. A origem dos inertes deve ser aprovada.

- Materiais finos (Areias) – Devem consistir em areia natural ou produzida em pedreira.
- Materiais grosseiros (Britas) – Devem ser de pedra britada ou seixos. A dimensão nominal destes inertes não deve ser superior, a 1;4 do menor afastamento entre moldes, nem a 1;4 da espessura da laje, nem ao afastamento entre varões, cabos, varões de pré-esforço ou bainhas.

A aprovação ou rejeição deve ser feita no estaleiro em conformidade com os resultados dos ensaios de recepção. Os ensaios mais importantes a realizar pelo Empreiteiro em laboratório oficial são:

- Análise granulométrica;
- Índice Volumétrico;
- Desgaste Los Angeles;
- Resistência Mecânica e ao Esmagamento;
- Absorção de Água;
- Quantidade de Matéria Orgânica;
- Reactividade potencial c/ alcalis do ligante;
- Teor em Partículas Friáveis.

## Água

A água não deve apresentar constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam afectar a presa, o endurecimento e a durabilidade do betão, ou provocar a corrosão das armaduras. Deve satisfazer os parâmetros indicados na especificação do **LNEC E372**. Em principio a água proveniente das redes de abastecimento público é adequada ao fabrico do betão. Não é permitido o uso de água do mar. A água utilizada na cura dos betões deverá também respeitar os mesmos requisitos. Se a água for proveniente de furo ou poço, executado ou existente no local devem ser realizadas análises iniciais para aprovação e depois periódicas para confirmação. Os ensaios mais importantes a realizar pelo Empreiteiro em laboratório oficial são:

- Quantidades em Materiais em Suspensão;
- Sais Dissolvidos;
- Matéria Orgânica.

## Aditivos / Adjuvantes

Poderão ser utilizados, desde que os produtos mantenham inalteráveis as características e qualidade do betão e das armaduras. Deverá ser apresentada pelo Empreiteiro documentação técnica e um documento comprovativo da eficiência e inocuidade do produto.

Outros materiais utilizados em elementos estruturais em betão armado

## Aços

As armaduras são caracterizadas pelo seu processo de fabrico e pelas suas características geométricas, mecânicas e de aderência. Os ensaios de recepção são o de tracção (NP 105) e de dobragem (NP 173). Em termos de dimensões a tolerância dos diâmetros dos varões entre 5 e 25mm será de +/- 0,5mm. A Fiscalização deverá implementar um modelo de controlo de conformidade das armaduras, que seja introduzido em obra antes da montagem dos painéis de cofragem (fig. 22).

Dono da Obra: _____							
Adjudicatário: _____							
Empreitada: _____					Projecto Nº <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		
Checklist para:	COLOCAÇÃO	DE	Existência	Recepção	Preparação	Instalação	Observações
<b>ARMADURAS</b>							
1. Tipo de diâmetros de varão conforme especificado							
2. Respeitadas as distâncias de recobrimento							
3. Comprimentos e alternâncias de emendas como especificado.							
4. Dobragens e argolas como especificado.							
5. Reforços em intersecções, aberturas e esquinas.							
6. Armaduras isentas de materiais que reduzam a aderência.							
7. Varões de espera devidamente aplicados.							
8. Varões em vigas emendados junto apoios armadura inferior.							
9. Emendas a meio vão para armaduras superiores.							
10. Varões verticais no topo de paredes no interior dos varões horizontais.							
11. Varões amarrados e apoiados para prevenir deslocamentos.							
12. Espaçadores, amarrações, cadeiras como especificado.							
13. Tubagens afastadas de 3 diâmetros mínimo entre si.							
14. Não existem tubagens colocadas sob as armaduras.							
15. Não existem tubagens para líquidos embebidas.							
16. Não existe contacto físico entre varões e metais diferentes.							
17. Varões afastados de superfícies que permitam oxidação.							
18. Varões soldados só com autorização prévia.							
19. Adequado espaço livre para aplicação de betão							
20. Rever desenhos para amarrações, tubagens, espaçadores, Cx							
21. Resolver conflitos entre itens embutidos e as armaduras.							
23. Revestimento especial se requerido.							
24. Consolas - colocação correcta.							

FISCAL

DIRECTOR DE PROJECTO

LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA

DATA : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

DATA : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Fig. 22 – Boletim de Controlo de Montagem de Armaduras.



Fig. 23 – Montagem de armaduras da laje de fundo de um reservatório de água.

### Cofragens e Escoramentos

São elementos de carácter provisório para a execução dos trabalhos. Devem ser estudadas pelo Empreiteiro de forma a permitir a execução dos trabalhos assegurando a indeformabilidade, estabilidade e segurança durante as operações de betonagem. Deverá ser solicitado ao Empreiteiro a apresentação do estudo das cofragens que pretende utilizar, entregando documentação técnica sobre as mesmas e os esquemas de montagem. Na imagem 4 apresenta-se um exemplo de cofragem deficientemente montada, face à ausência de escoramento adequado nos painéis das faces interiores da estrutura. Na imagem 25 verifica-se situação semelhante, mediante a ausência de escoramento num dos alçados da cofragem. Pelo contrário, na imagem 26 apresenta-se um exemplo de cofragem adequadamente escorada (escoramento de cofragem inferior de uma laje).

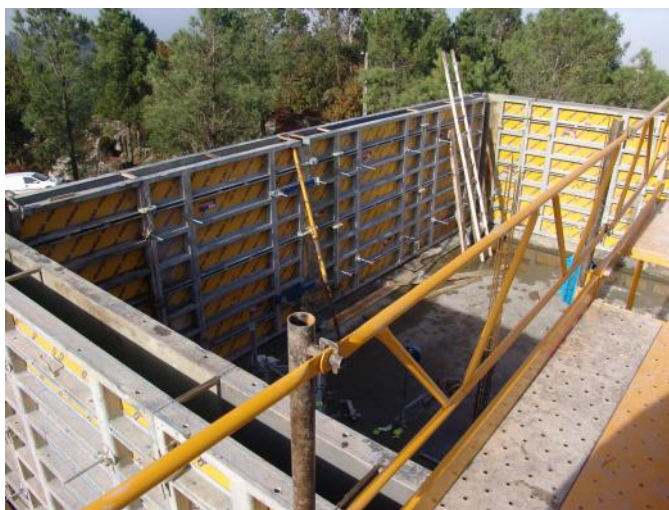


Fig. 24 – Aspecto da cofragem interior das paredes de um reservatório de água.





Fig. 25 – Aspecto da cofragem exterior das paredes de um reservatório de água.



Fig. 26 – Aspecto do escoramento interior da cofragem de uma laje de cobertura.

### Betão

O Empreiteiro deve submeter à aprovação do Dono de Obra os estudos dos Betões a serem empregues na obra, discriminando claramente a sua composição, a origem dos materiais constituintes, independentemente de se tratar de betão fabricado em central localizada em obra ou fora dela. Os estudos de betão e respectivos ensaios devem ser feitos pelo Empreiteiro com a devida antecedência em relação ao início das betonagens, definidas no plano de trabalhos. Sempre que existirem durante a obra necessidades de efectuar ajustes às composições dos betões as mesmas devem ser apresentadas pelo Empreiteiro para que sejam aprovadas.

Na composição dos Betões devem ser indicados pelo menos os seguintes elementos:

- As dosagens do cimento e inertes por  $m^3$  de betão;
- A dosagem de água em litros/ $m^3$  e a relação A/C;
- Curva granulométrica, dimensão máxima e mínima dos inertes;
- Dosagem de aditivos;
- Classe de trabalhabilidade.



Devem ser analisados estes estudos verificando a sua conformidade com o Projecto, com a norma NP ENV 206 e com as características especiais da obra / metodologia construtiva de aplicação que deve ser também apresentada pelo Empreiteiro. Deve ser tida em consideração a classe de exposição ambiental. Com o estudo dos betões e para aferir as suas características devem também ser apresentados pelo Empreiteiro alguns ensaios prévios, nomeadamente:

- Preparação, na presença da Fiscalização, de três amassaduras em dias diferentes para cada composição de betão, com a determinação da sua trabalhabilidade;
- Execução no mínimo de 6 cubos de cada amassadura que devem ser ensaiados à compressão aos 7 e 28 dias pelo menos.

#### Controlo dos Processos de Execução

Devem ser verificados de acordo com as especificações do projecto, caderno de encargos e legais. Antes da execução das betonagens e na altura em que sejam definidas pelo Empreiteiro as metodologias de colocação do betão em obra, deve ser solicitada ao Empreiteiro a apresentação dos planos de betonagem e a sua programação.

#### Controlo de qualidade no fabrico:

Devem ser feitos no local de fabrico do betão provetes para serem ensaiados à compressão aos 28 dias, sendo retirada pelo menos uma amostra por cada 50m<sup>3</sup> de betão e nunca menos de uma amostra diária. Para determinação da máxima dimensão dos inertes, da dosagem do cimento, da relação água/cimento, do teor de ar incorporado e da consistência, deve ser recolhida uma amostra por cada 100m<sup>3</sup> de betão, ou uma por dia. Os moldes para os cubos são cubos metálicos com 15cm de aresta. Até ao seu ensaio estes cubos devem ser conservados em local apropriado para garantir a sua cura, em ambiente de temperatura e humidade controlados.

O equipamento da central deve estar devidamente aferido e deve ser periodicamente calibrado, devendo ser apresentados pelo Empreiteiro os comprovativos destas aferições, balanças, doseadores e sondas. Deve ser elaborado um boletim de fabrico com as composições dos betões que servirá como guia no fabrico do betão. No fornecimento para a obra dos betões deve existir uma guia de remessa do betão que deverá conter as seguintes informações, (estas guias devem ser verificadas e visadas):

- Definição do betão;
- A data do fornecimento;
- A identificação do veículo transportador;
- A identificação da hora em que foi feita a amassadura e a carga do veículo;
- A consistência do betão;
- A massa volúmica do betão fresco e o volume do betão.

#### Programação e preparação das betonagens:

O Empreiteiro deve submeter à aprovação da Fiscalização (fig. 27) os processos e meios a utilizar para o lançamento do betão dentro dos moldes, os quais deverão corresponder ao rendimento das restantes

instalações, ter capacidade adequada à perfeita execução do trabalho, e não poderão de forma alguma facilitar a desagregação, a fractura dos materiais ou a perda de água do betão.

O pedido de aprovação de betonagem, formulado de acordo com o modelo apresentado na figura 27, permite à Fiscalização deter o controlo dos processos de betonagem, inviabilizando a sua realização se forem detectadas anomalias que o justifiquem. A apresentação deste boletim deverá ter indicação do dia e hora previstos para a realização da betonagem, permitindo à equipa de Fiscalização uma adequada programação das suas actividades diárias.

<b>LOGOTIPO</b>	<b>DESIGNAÇÃO DA EMPREITADA</b>				FOLHA ____/____				
<b>PEÇA:</b>					<b>EMPREITEIRO:</b>				
<b>O EMPREITEIRO</b> _____	DATA ____/____/____		<b>PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO DE BETONAGEM PARA</b> ____/____/____						
<b>Classe de Betão</b> <b>Slump especificado</b>		<b>Volume previsto</b> <b>Hora de início</b>							
		Vistoria do Empreiteiro		Vistoria da Fiscalização					
		Ass.	Data	OK	Não	N/A	Data		
Armaduras									
Recobrimentos									
Cofragem									
Escoramentos									
Picagens/ Limpezas									
Atravessamentos eléctricos									
Atravessamentos mecânicos									
Verificação topográfica									
<b>PARECER DA FISCALIZAÇÃO:</b>  ( * ) Comentários:		<input type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Aprovado com comentários ( * ) <input type="checkbox"/> Rejeitado ( * )							
Ass. pela Fiscalização: _____  .....		Data e hora da vistoria ...../...../..... ( .....h ..... )							
<b>AMOSTRAS A RECOLHER E ENSAIOS A REALIZAR</b>									
<b>3 DIAS</b>		<b>7 DIAS</b>		<b>28 DIAS</b>		<b>90 DIAS</b>		<b>180 DIAS</b>	
QUANT.	REF.	QUANT.	REF.	QUANT.	REF.	QUANT.	REF.	QUANT.	REF.

Fig. 27 – Boletim para Pedido de Aprovação de uma betonagem

Devem ser verificados os seguintes aspectos a implementar antes das betonagens:

Antes da betonagem deverá ser verificada pela Fiscalização a mobilização de todos os meios, devendo existir equipamentos de substituição, nomeadamente vibradores e equipamento de bombagem substituto (este último deverá ser considerado apenas em função do grau de importância atribuído à betonagem).

Deve também ainda ser verificada e assegurada a mobilização de pessoal qualificado para a execução dos trabalhos. As superfícies dos moldes destinadas a entrar em contacto com o betão devem, antes do enchimento, ser limpas de detritos, incluindo ferrugens e calda de cimento.

Depois da limpeza os moldes devem ser tratados com produtos oleosos minerais incolores e isentos de petróleo que devem ser aprovados pela Fiscalização. Estes produtos destinam-se a impedir a aderência do betão aos moldes e facilitar as operações de desmoldagem (Não deverá ser utilizado óleo queimado). A forma, a estanqueidade, a rigidez e a rugosidade das superfícies interiores dos moldes devem ser mantidas durante todo o período de utilização. Qualquer taipal empenado deve ser rectificado antes de ser novamente utilizado. Imediatamente antes do início do lançamento do betão nos moldes, estes deverão ser inspeccionados para verificação das suas características:

- Dimensão;
- Forma;
- Estanqueidade;
- Rigidez;
- Rugosidade;
- Limpeza;
- Se existe água em excesso no interior dos moldes.

O lançamento de betão nos moldes deverá ser precedido de verificação por parte da Fiscalização, para aprovação efectiva da betonagem. A figura 28 expõe de forma sintética e sistematizada, o conjunto de verificações preliminares à realização de uma betonagem, designadamente os que se referem ao controlo dos meios disponibilizados para a realização da actividade.

Na figura 31, apresentam-se o conjunto de verificações que deverão acompanhar a realização de uma betonagem. Nesta fase de acompanhamento da actividade importa inspeccionar o estado de limpeza e rugosidade das superfícies nas quais vai ser aplicado o betão pronto e avaliar as condições de humidade/temperatura das mesmas. Aspectos relacionados com a presença de vibradores em número adequado são de avaliação obrigatória, bem como a criteriosa aplicação do betão (distribuição e vibração uniformes).

LOGOTIPO		DESIGNAÇÃO DA EMPREITADA		FOLHA ____/____	
PEÇA:				EMPREITEIRO:	
1 - BETÃO		2 - TEMPO DE COLOCAÇÃO			
ORIGEM _____ TIPO _____		DAS ____ H ____ min ÀS ____ H ____ min			
VOLUME _____ M3 SLUMP _____ CM		TOTAL ____ H RENDIMENTO _____ M3/h			
3 - RESPONSÁVEIS PELO CONTROLE DE COLOCAÇÃO		4 - MÃO DE OBRA			
GERAL _____		VIBRAÇÃO _____			
COLOCAÇÃO _____		COLOCAÇÃO _____			
FABRICO _____		TOPOGRAFIA _____			
5 - EQUIPAMENTO FIXO		CARPINTEIROS _____			
CENTRAL <input type="checkbox"/>		FERRAMENTEIROS _____			
BOMBA <input type="checkbox"/>		ELECTRICISTAS _____			
GRUA <input type="checkbox"/>		OUTROS _____			
BALDE <input type="checkbox"/>		6 - EQUIPAMENTO ROLANTE			
TAPETE <input type="checkbox"/>		AUTO BETONEIRA <input type="checkbox"/>			
TREMIONHA <input type="checkbox"/>		TRANSPORTES <input type="checkbox"/>			
OUTROS <input type="checkbox"/>		OUTROS <input type="checkbox"/>			
7 - PLANO DE BETONAGEM					
FICHA DE COLOCAÇÃO DE BETÃO (parte I)				O EMPREITEIRO	
DO DIA ____/____/____				_____	
8 - INFORMAÇÃO DO FISCAL APÓS BETONAGEM					
_____					
_____					
_____					
ASSINATURA _____					

Fig. 28 – Boletim de Controlo Prévio à Aplicação de Betão.

### Transporte e transbordo do betão:

Depois do betão sair da instalação de fabrico não lhe poderá ser adicionada nenhuma quantidade de água. Será suspenso todo o transporte ou transbordo de betão que provoque assentamento ou alteração na granulometria dos aglomerados mais grossos, provoque exposição ao sol ou a águas prejudiciais (entenda-se como águas prejudiciais, todas as que de qualquer modo possam afectar a qualidade do betão).

Quando da chegada à obra do betão devem ser registadas as horas da chegada e da conclusão da descarga, bem como a parte da obra onde foi empregue o betão (figura 28). O Empreiteiro deve fornecer uma cópia da guia de remessa à Fiscalização depois desta ter sido devidamente visada.

Qualquer que seja o processo a utilizar na descarga do betão, deve evitar -se qualquer tipo de manuseamento que imponha ao betão uma queda livre de altura superior a 1,5m (nas imagens 29 e 30 apresentam-se duas descargas por bombagem, em alternativa a uma descarga por intermédio de balde, com eventual queda livre a altura superior à recomendada) .

A temperatura do betão durante o período de mistura, transporte e/ou colocação não poderá subir acima de 30° C. Qualquer massa de betão que tenha atingido uma temperatura superior a 30° C, em qualquer altura das operações acima mencionadas, não poderá ser colocada, devendo ser rejeitada.



Fig. 29 – Descarregamento do betão para um camião bomba, para posterior aplicação nos moldes das paredes de um reservatório de água.

- Duração do transporte do betão: Salvo casos especiais o intervalo de tempo que medeia entre a saída do betão da betoneira e a sua colocação em obra, durante o tempo quente, seco ou ventoso, não deverá exceder 1,5 horas.
- Ritmo das entregas: O ritmo do fornecimento do betão durante as operações de betonagem deve ser tal que proporcione o conveniente manuseamento e posterior colocação e acabamento do betão. Esse ritmo deve ser tal que o intervalo entre amassaduras não exceda 20 minutos. Os métodos de entrega e manuseamento do betão devem ser tais que venham a facilitar a colocação com o mínimo de perturbações e sem prejuízo para o betão.

#### Colocação do betão em obra:

O betão deve ser colocado por camadas horizontais de espessura não superior a 30cm e de modo geral seguir as prescrições do ponto 10.5 da ENV 206 (fig. 29). Cada camada deve ser colocada e compactada antes que a precedente massa tenha iniciado a presa, para evitar prejudicar o betão fresco e evitar juntas imperceptíveis entre camadas. Quando a colocação do betão for temporariamente suspensa, este deverá, depois de tornado suficientemente duro para manter a forma, ser devidamente limpo de leitada e de todo o material nocivo, a uma profundidade suficiente para deixar exposto o betão são.

Logo a seguir a esta descontinuidade de colocação, dever-se-á retirar a argamassa acumulada nas armaduras, assim como nas paredes dos moldes. Se todo o material acumulado não for retirado antes do betão iniciar a presa, deverá ter-se o cuidado em não danificar ou quebrar a ligação betão aço ao proceder à limpeza das armaduras. No enchimento dos moldes em condições climáticas desfavoráveis ou não, deverá atender-se às disposições que se seguem:

- Sempre que os moldes se encontrem gelados ou cobertos de geada, não se deverá dar início às operações, a não ser que, com a aprovação da Fiscalização, sejam aquecidos com o intuito de os libertar do gelo ou da geada;
- Quando, depois de iniciados os trabalhos, se verificar um acentuado abaixamento de

temperatura, inclusive a formação de gelo ou geada, deverão estes ser interrompidos e o betão já colocado ser devidamente protegido por qualquer processo julgado conveniente, por exemplo areia ou serapilheira;

- Sempre que chova com grande intensidade e dependendo da peça estrutural a betonar, não devem ser realizadas betonagens a menos que o Empreiteiro efectue uma protecção adequada a aprovar pela Fiscalização;
- Quando chover no decorrer da betonagem, deverá reduzir-se a quantidade de água empregue no fabrico do betão, até que deixe de chover ou a Fiscalização decida a suspensão das operações em curso, de modo que o betão não se tome demasiado fluido;
- O Empreiteiro deverá controlar a temperatura do betão, a qual não poderá subir acima de 30° C. Se for o caso, devem ser adoptadas as medidas necessárias para reduzir a temperatura do cimento, da água, dos inertes e do equipamento de mistura e de transporte, a uma temperatura que, durante todas as operações de mistura, transporte, manuseamento e colocação, nunca ultrapasse os 30° C. Quando estas precauções não sejam suficientes para satisfazer as exigências referidas, serão substituídas pela restrição do trabalho a períodos ao fim da tarde e de noite. Os moldes poderão ser arrefecidos com água fria ou protegendo-os dos raios directos do sol;
- Quando pela avaria das instalações mecânicas, ou qualquer outra causa fortuita, se seja obrigado a interrupções da betonagem, deverão observar -se, na parte aplicável, as indicações anteriormente referidas;
- Todos os pedidos do Empreiteiro e decisões da Fiscalização sobre as operações e medidas de emergência atrás enumeradas, deverão ficar devidamente registados.



Fig. 30 – Betonagem da laje de fundo dos tanques (anóxido e arejamento) de uma ETAR – colocação do betão sem segregação, com recurso a bomba.

REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE					
Dono da Obra: _____					
Adjudicatário: _____					
Empreitada: _____ Projecto Nº <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>					
Checklist para: <b>COLOCAÇÃO DO BETÃO</b>	Exatidão	Recepção	Preparação	Instalação	Observações
0. Painéis limpos e superfícies tratadas antes da betonagem.					
1. Aprovação prévia da cofragem e das armaduras					
2. Requisitos para ensaios, mix design, aditivos, etc.					
3. Selecionado laboratório para ensaios antes da betonagem.					
4. Ensaios preparados no local dos trabalhos.					
5. Fundações livres de geada e água.					
6. Betão de limpeza preparado para receber o enchimento.					
7. Vibradores a utilizar e de reserva disponíveis.					
8. Aberturas temporárias na cofragem, caixas de descarga.					
9. Preparativos para processo de cura e juntas serradas.					
10. Preparativos de protecção contra tempo frio e chuva, se necessário.					
11. Cubos, equipamento de medida e cone de Abrams no local.					
12. Aplicação por camadas horizontais sucessivas.					
13. Pernos e itens soltos devidamente colocados e instalados.					
14. Registo de datas e localização efectuado.					
15. Cotas, alinhamentos e pontos de apoio checados durante betonagem.					
16. Tempo de betão assentar antes de nova camada.					
17. Autorização para adicionar água no local.					
18. Cubos preparados e acondicionados devidamente.					
19. Verificar acabamentos, aspereza, agregado à vista, coloração.					
20. Altura de enchimento como previsto.					
21. Verificar se escoramento cede durante a betonagem.					
22. Verificada a localização e condições de apoio ao escoramento.					
23. Impedir acabamento à colher na presença de água de exsud.					
24. Compostos de cura compatíveis com o acabamento.					
25. Método de acabamento respeita as tolerâncias indicadas.					
26. Rega ou produto de cura devidamente aplicados.					
27. Cargas e trânsito controladas sobre elementos betonados.					
28. Processos de reparação executados o mais breve possível.					

FISCAL  
\_\_\_\_\_

DIRECTOR DE PROJECTO  
\_\_\_\_\_

LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA  
\_\_\_\_\_

DATA : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DATA : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Fig. 31 – Boletim de Controlo de Betonagem

### Compactação do betão:

Para a compactação do betão nos moldes deverão seguir-se as prescrições do ponto 5 da ENV 206. Se nada em contrário for determinado, a compactação do betão será efectuada com vibração mecânica à massa, sujeita às seguintes regras:

- Os vibradores devem ser de tipo aprovado pela Fiscalização, devendo igualmente ser capazes de transmitir vibrações ao betão, de frequência não inferior a 8000 impulsos por minuto;
- Os vibradores deverão ter as dimensões adequadas aos espaços existentes nas armaduras quando montadas sem que essas posições sejam afectadas;
- O comprimento das agulhas deve exceder em 10 cm a máxima espessura da camada a vibrar, de modo a permitir a vibração da camada imediatamente inferior à que acabou de ser depositada;
- A intensidade de vibração deve ser tal que afecte visivelmente a massa de betão produzindo-lhe um abaixamento de 3 cm num raio de pelo menos 45 cm;
- O Empreiteiro deve dispor de um número suficiente de vibradores para compactar

devidamente o betão, logo após ter sido colocado nos moldes. Deverão estar disponíveis vibradores suplementares para uso de emergência e quando outros vibradores estão a ser assistidos;

- Os vibradores devem ser manobrados de modo a levarem o betão a todos os cantos e ângulos dos moldes;
- A vibração deve ser de duração e intensidade suficientes para compactar completamente o betão, mas não deve ser mantida logo que se formem bolsadas localizadas de argamassa.
- A aplicação dos vibradores deve ser feita em pontos uniformemente espaçados e não distanciados mais do que duas vezes o raio do qual a vibração tiver efeito visível.
- A vibração não deve ser usada para fazer o betão deslizar nos moldes a distâncias tão grandes que causem segregação, e os vibradores não devem ser usados para empurrar ou distribuir o betão lateralmente nos moldes. Os vibradores deverão ser usados em posição vertical.
- Os vibradores devem ser retirados completamente antes de se avançarem para o ponto de aplicação seguinte.

Para assegurar superfícies regulares e densas, livres de bolsas de inertes, a vibração deve ser completada com espalhamento manual, tanto quanto necessário para garantir essa regularidade e densidade ao longo das paredes dos moldes e nos cantos ou pontos impossíveis de atingir com os vibradores mesmo com o betão plástico.

A compactação deverá ser feita de modo a conseguir -se que o betão fique tanto quanto possível sem vazios, constituindo uma massa homogênea dentro dos moldes. Só deverá cessar quando se deixe de verificar o aparecimento de bolhas de ar e depois de se verificar um ligeiro refluimento de água da argamassa. Na figura 32 apresenta-se um trabalho de vibração após descarga do betão pronto. Conforme demonstra essa imagem, o vibrador não deverá nunca ser utilizado para a distribuição do betão, facto que a ocorrer poderá gerar a segregação da mistura.



Fig. 32 – Compactação do betão, com recurso a um vibrador eléctrico.



### Juntas de betonagem:

As juntas de betonagem deverão apenas ser feitas nos locais fixados no plano de betonagens, ou sempre que por necessidade imprevista, a Fiscalização autorize a sua execução. Na imagem 33 é apresentado o pormenor de execução de uma junta de betonagem com exigências de estanquidade.

Serão usadas armaduras de esforços transversos quando necessário, para transmitir a tensão de corte ou para ligar as duas secções.



Fig. 33 – Aspecto de uma junta de betonagem com lâmina de estanquidade junta “Water Stop”.

### Ligação de betões de idades diferentes:

Na execução das juntas devem ter-se os cuidados necessários para obter a ligação eficaz entre os betões a solidarizar, atendendo-se, nomeadamente aos seguintes aspectos:

- Antes do recomeço da betonagem a superfície da junta deve ser tomada rugosa, de modo que os inertes grossos do betão fiquem a descoberto.
- No cumprimento do disposto na alínea anterior, poderão usar-se, conforme o estado de endurecimento do betão, jactos de água logo após à presa, de ar comprimido ou de areia, escovas metálicas, admitindo-se meios mais poderosos como, martelos pneumáticos, nunca podendo o inerte ser retirado ou abalado.
- A superfície da junta deve ser cuidadosamente limpa, molhada abundantemente e eliminadas as partículas soltas. Quando da aplicação do novo betão, a superfície deve encontrar-se apenas humedecida, com o aspecto mate e sem água em excesso.
- No recomeço da betonagem a aderência entre o betão fresco e o betão já endurecido pode ser assegurada pela interposição de uma camada de argamassa ou betão do seguinte modo:
  - ✓ Utilizando uma argamassa que pode ser a do próprio betão, cuja dosagem de ligante não exceda 800 kg/m<sup>3</sup>, não devendo a espessura da camada exceder aproximadamente 2 cm.
  - ✓ Sobredoseando o betão em areia, por exemplo mais 10%, em ligante, por exemplo

mais 50 kg/m<sup>3</sup>, e em água, não devendo a espessura da camada exceder aproximadamente 10 cm.

- ✓ Utilizando o betão depois de excluído o inerte de dimensões superiores a 20 mm, não devendo a espessura exceder cerca de 10 cm e não podendo ser utilizada calda de ligante.

Cura e protecção do betão:

A cura do betão que em geral deve obedecer às indicações do ponto 10.6 da ENV 206, deverá ser objecto de especiais cuidados, para que se processe em condições que favoreçam a presa e o endurecimento do betão. Nesta conformidade deverão, logo após a betonagem, tomar-se as medidas julgadas convenientes para que, em face da temperatura ambiente e de outros factores, se evite a perda prematura de água do betão.

Assim que seja possível, logo após a colocação, o betão será humedecido, a fim de evitar o aparecimento de fendas devidas à rápida secagem da superfície. Deve ser mantido o betão protegido pelos moldes e quando estes forem permeáveis, mantê-los sempre humedecidos.

Devem ser protegidas convenientemente as superfícies por onde se dá a evaporação e manter sempre molhadas as superfícies expostas.

Os tempos de cura são os indicados no ponto 10.6.3 (quadro 13) da ENV 206. Imediatamente após a desmoldagem, todas as superfícies devem ser mantidas humedecidas durante 24 horas pelo menos. Ao fim de 24 horas as superfícies podem ser tratadas com um produto endurecedor, do modo seguinte:

- Rega com água potável – Todas as superfícies devem continuar a ser protegidas do Sol por meio de serapilheiras ou, encerados e o conjunto deve ser mantido húmido pelo menos durante 5 dias. Não é permitido o emprego de água salgada na cura do betão;
- Aplicação de uma membrana filmogénica – Todas as superfícies devem levar o seu acabamento final antes da aplicação da mistura (figura 34);
- Durante a cura não será permitido que o betão suporte quaisquer cargas, nomeadamente circular sobre ele ou sobre ele fazer instalações, mesmo que provisórias;
- Devem ser evitados trabalhos nas proximidades que provoquem vibrações com implicações para o betão;



Fig. 34 – Protecção superficial do betão (com anti-sol), para evitar perda de água por evaporação.

Desmoldagem e descimbramento:

As operações de desmoldagem somente devem ser realizadas quando a estrutura tiver adquirido resistência suficiente, não só para que seja satisfeita a segurança em relação aos estados limites últimos, mas também para que não se verifiquem deformações e fendilhações inconvenientes. Tais operações devem ser conduzidas com os necessários cuidados, de modo a não provocar esforços inconvenientes, choques ou fortes vibrações.

O Empreiteiro deve submeter à Fiscalização proposta para a desmoldagem, a fim de ser aprovada (imagem 33).

**REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE**  
**PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA DESCOFRAGEM**

Dono da Obra: _____	Número: PAD/ _____
Adjudicatário: _____	Data: ____/____/____
Empreitada: _____	Projecto Nº <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Elementos a descofrar :	

ELEMENTOS	REGISTOS ASSOCIADOS	<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: 0.8em;"> <span>Painéis Laterais</span> <span>Painéis de Fundo</span> <span>Prumos 50%</span> <span>Prumos 100%</span> <span>Painéis de lajes</span> <span>Outros</span> </div>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Observações :

PAB - PIE  

Director de Obra  
DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

RCP - PIE  

Fiscal  
DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Visto  

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Fig. 35 – Boletim de Pedido de Autorização para Descofragem.

Nos casos correntes e a menos de justificação especial, em condições normais de temperatura e humidade e para betões de cimento Portland com coeficiente de endurecimento corrente, o prazo mínimo para a retirada dos moldes e cimbres, contando a partir da data de conclusão da betonagem, são os referidos na página seguinte. Deverá exigir-se, como condição prévia para a concessão de autorização para a realização da descofragem, a atempada apresentação de um boletim semelhante ao que se encontra exposto na figura 35. Por seu turno, o boletim representado na figura 37, serve para acompanhamento da actividade de descofragem, advertindo para o conjunto de exigências especiais que se colocam à realização desta actividade.



Fig. 36 – Aspecto dos moldes interiores de um tanque de uma ETAR.

Dono da Obra: _____										
Adjudicatário: _____										
Empreitada: _____										
Projecto Nº					<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Checklist para: <b>DESCOFRAGEM</b>		Exigências	Recepção	Preparação	Instalação	Observações				
1. A cofragem permanece até ao final do período de cura.						(Período de cura definido no REBAP)				
2. A resistência do betão é suficiente para descofrar.										
3. Evitar descofragem prematura para proteger superfícies.										
4. Todas as cofragens removidas completamente.										
5. Aplicar medidas especiais para evitar a perda prematura de água (calor)										
6. Manter escoramento quando necessário (ex. lajes).										
7. Reparações aprovadas e executadas atempadamente.										
8. O método de acabamento de superfície respeita as tolerâncias.										
9. Verifique o acabamento das arestas.										
10. O processo de cura é correctamente executado.										
11. Membranas de protecção devidamente aplicadas.										
12. Métodos de correcção de defeitos executados atempadamente.										
FISCAL		DIRECTOR DE PROJECTO				LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA				

Fig. 37 – Boletim de Controlo da Descofragem.

- Moldes de faces laterais – 3 dias (pode ser reduzido para 12 horas se forem tomadas precauções especiais para evitar danificação das superfícies).
- Moldes das faces inferiores – 14 dias.
- Escoramentos – 21 dias (pode ser aumentado para 28 dias no caso de lajes e vigas que, na ocasião do descimbramento, fiquem sujeitas a acções de valor próximo do que, satisfeita a segurança, corresponde à sua capacidade resistente).

Ao prazo de desmoldagem indicado deverá adicionar -se o número de dias em que a temperatura do ar se tenha mantido inferior a 5° C, durante e depois da betonagem.

Acabamento das superfícies moldadas:

Imediatamente depois de desmoldadas, as superfícies do betão deverão apresentar-se desempenadas e planas, sem quaisquer perdas ou ninhos de pedra à vista, nem tão pouco poros ou concavidades.

Se as superfícies vistas do betão não apresentarem as qualidades, a posição ou a forma requeridas, a consolidação ou a demolição das partes defeituosas e a sua reposição serão da responsabilidade do Empreiteiro.

No caso de se verificar a existência de chochos ou vazios, as medidas a fixar poderão ir desde o seu simples enchimento dentro do prazo de 24 horas até à rejeição dos elementos betonados. Na imagem 38 apresenta-se a aplicação de uma argamassa especial para correcção de anomalias superficiais do betão.



Fig. 38– Tratamento superficial do betão – colmatação das “tigues” de fixação dos painéis de cofragem.

Aprovação ou rejeição do betão em obra:

Dadas as características particulares dos betões, as decisões de aprovação ou rejeição desses materiais só poderão, em geral, ser conhecidas após a sua aplicação em obra. No caso de existirem dúvidas sobre as condições do betão, em consequência dos resultados dos ensaios de provetes podem ser efectuados ensaios de carotes a recolher em obra.

Caso os resultados da carotagem não sejam satisfatórios, o betão será rejeitado e a parte da obra será demolida, a menos que sejam tomadas medidas, desde que demonstrem que são respeitadas as disposições regulamentares em vigor e a segurança, fazendo por exemplo ensaios de carga. Tolerâncias:

- Materiais – Água e Cimento +/- 1% da quantidade prevista; Inertes +/- 2% da quantidade prevista;

- Secções – Betão pré -moldado: Comprimento +/- 2cm; Largura e Altura +/- 0,5cm.
- Betão moldado “in situ”: Comprimento +/- 4cm; Largura e Altura +/- 1cm.

Controlo de Qualidade segundo o definido na norma NP ENV 206

Inclui inspecções e ensaios e a análise dos seus resultados no que respeita ao equipamento, materiais constituintes, betão fresco e betão endurecido. Inclui as inspecções antes da betonagem bem como as inspecções respeitantes ao transporte, colocação, compactação e cura do betão. O boletim apresentado na figura 39 tem particular utilidade em betonagem com diferentes fases (ex. célula de um reservatório de água), na medida em que adverte para o conjunto de exigência que se colocam à preparação de uma segunda fase de betonagem.

### REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE APLICAÇÃO DE BETÃO

Dono da Obra: _____		Número: _____	
Adjudicatário: _____		Data: ____/____/____	
Empreitada: _____		Projecto Nº <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Troço _____	Frete _____	Diâmetro _____	Material _____
<b>1 - Implantação Topográfica da Caixa</b>		Existe <input type="checkbox"/>	C CO NC NA
1.1 - Cota de Betonagem		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2 - Implantação planimétrica		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3 - Altura de betonagem		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2 - Entivação</b>		Existe <input type="checkbox"/>	C CO NC NA
2.1 - Cobrem todo o comprimento / toda a altura		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 - Estão apertadas contra os taludes		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3 - Cofragem</b>		Existe <input type="checkbox"/>	C CO NC NA
3.1 - Posicionamento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 - Descofrante		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 - Estanqueidade		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 - Escoramentos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4 - Armaduras</b>			C CO NC NA
4.1 - Diâmetro		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 - Espaçamento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 - Amarração		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 - Recobrimento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>5 - Serralharias</b>		Existe <input type="checkbox"/>	C CO NC NA
5.1 - Dimensões		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 - Tratamento anti-corrosivo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3 - Posicionamento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>6 - Betonagem de segunda fase</b>		Existe <input type="checkbox"/>	C CO NC NA
6.1 - Cofragem		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.1 - Posicionamento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.2 - Descofrante		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.3 - Estanqueidade		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.4 - Escoramentos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 - Validade do produto de selagem (ligante 1ªfase-2ªfase)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 - Tratamento da superfície do betão 1º Fase - picagem		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 - Aplicação do ligante		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>7 - Aplicação</b>			C CO NC NA
7.1 - Aplicação do betão		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 - Vibração do betão		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3 - Acabamento superficial		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fiscal

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Visto

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

C=Conforme; CO=Condicionado; NC=Não Conforme; NA=Não Aplicável

Fig. 39 – Boletim de Controlo da Colocação do Betão (betonagens faseadas).

O controlo de produção deve ser efectuado pelo Empreiteiro e as informações resultantes do controlo que é realizado na central devem ser registadas.

Controlo do fabrico – Controlo dos materiais constituintes, equipamentos, processo de fabrico:

O controlo de qualidade no caso do betão pronto é da responsabilidade do fornecedor. Se este controlo não existir, o Empreiteiro deverá verificar se os materiais respeitam as normas relevantes. As figuras 40, 41, 42 e 43 representam diferentes etapas de um controlo de qualidade do betão, por parte do respectivo fornecedor. Ensaio de recepção do betão pronto em obra, com particular ênfase para o ensaio de consistência (cone de Abrams – figuras 40 e 41) e ensaios de provetes cúbicos à compressão (os quais são necessariamente precedidos da preparação de provetes cúbicos 0,15x0,15m – figuras 42 e 43).

O Sistema de verificação da conformidade para as centrais de betão pronto, fábricas de pré-fabricados ou estaleiros pode ser efectuado da seguinte forma:

- Verificação por um organismo de certificação. No caso de serem utilizados materiais certificados e empresas certificadas no fabrico do betão, só será efectuado o controlo no transporte e na colocação em obra.
- No caso de não existir um sistema de certificação aprovado, as verificações devem ser feitas pelo Dono da Obra ou seu representante, através de pessoal qualificado.

Ensaio de Rejeição:

A definição de um lote deve ser estabelecido da seguinte forma:

- O betão fornecido para cada andar de um edifício, ou partes comparáveis de outras estruturas.
- Sempre inferior a 450m<sup>3</sup> ou à produção de uma semana de betonagem (tomando-se o menor destes valores).
- Situação a definir pelo Dono da Obra (ver caderno de encargos). Por cada lote devem ser recolhidas pelo menos 6 amostras.
- Se a classe do betão não for superior a C20/25 e de pequenos lotes de 150m<sup>3</sup>, podem ser colhidas 3 amostras (à semelhança do que se verifica na preparação de provetes representada na figura 42).





Fig. 40 – Ensaio de Recepção – Ensaio de Consistência com o “Cone de Abrams”.



Fig. 41 – Medição do abaixamento da amostra de betão, para avaliação da consistência.





Fig. 42 – Preparação dos provetes cúbicos de betão (15x15cm).



Fig. 43 – Aspecto final dos provetes cúbicos de betão, devidamente numerados, para posterior realização de ensaios de compressão.



(Sempre que o nº de amostras é igual ou superior a 6)

EMPREENDIMENTO:	_____
DONO DE OBRA:	_____
EMPREITEIRO:	_____
FORNECEDOR DE BETÃO:	_____
ELEMENTO BETONONADO:	_____

[illegible]

RESISTÊNCIA MÉDIA $\bar{X}_n = Sx_i/n$	#DIV/0!	MPa	
MENOR VALOR DA AMOSTRA ( $x_{\min}$ )		MPa	
DESVIO PADRÃO $S_n = (S(x_i - \bar{X}_n)^2/(n-1))$	#DIV/0!	MPa	
VALOR DE I			Quadro 19 - ENV 206
VALOR DE k			Quadro 19 - ENV 206
$f_{ck} \leq \bar{X}_n - S_n \cdot I$	#DIV/0!	MPa	Condição: Critério 1 ENV 206
$f_{ck} \leq x_{\min} + k$		MPa	Condição: Critério 1 ENV 206
RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA ( $f_{ck}$ )	#DIV/0!	MPa	
			Resultado
			C NC NA

C - Conforme    NC - Não conforme    NA - Não aplicável

Os valores do coeficiente de endurecimento a considerar deverão ser definidos em face do estudo de betão ou dos valores indicados no REBAP

Deve ser feita pelo menos uma determinação da razão água / cimento pelo menos uma vez por dia de betonagem. Admite-se conforme a dosagem de cimento se o seu valor for superior ao especificado (5% dos valores podem ser inferiores ao especificado). Teor do ar no betão fresco pelo menos uma vez por cada 150m<sup>3</sup> de betão ou uma vez por dia (3% dos valores podem ser inferiores ao especificado).

## Outros Trabalhos Relacionados

### Armaduras para betão armado e pré-esforçado:

- Não deve ser permitido o emprego de varões que não correspondam às formas definidas no projecto.
- O corte e a dobragem dos varões devem ser feitos por meios mecânicos.
- As emendas e as amarrações das armaduras devem seguir os critérios definidos nos artigos 81 e 82 do REBAP.
- Os varões deverão ser unidos com arames de ferro queimado de diâmetro 1,5mm.
- As soldaduras de varões só devem ser permitidas se os aços possuírem as necessárias características de soldabilidade. O boletim representado na figura 46 condensa as exigências que maior significado assumem nos trabalhos de pré-esforço. A ênfase é colocada na verificação das exigências de projecto relativamente ao esticamento das armaduras de pré-esforço (hora, data e duração e intensidade do esticamento). De forma complementar, são verificadas as ancoragens e a resistência do betão à compressão. A ordem de tensionamento deverá ser dada pelo representante do Dono de Obra (Fiscalização).

LOGOTIPO	DESIGNAÇÃO DA EMPRETTADA		FOLHA ____/____
<b>BOLETIM DE AUTORIZAÇÃO DO PRÉ-ESFORÇO</b>			
BPE Nº	<input type="text"/>	DATA:	<input type="text"/>
<b>IDENTIFICAÇÃO DA PEÇA</b>			
LOCALIZAÇÃO	<input type="text"/>	DES. Nº	<input type="text"/>
IDENT. DA PEÇA	<input type="text"/>	DES. Nº	<input type="text"/>
<b>PRÉ-ESFORÇO</b>			
PROJECTO	<input type="text"/>		
ESTICAMENTO	<input type="text"/>	DATA	<input type="text"/>
		HORA	<input type="text"/>
<b>ELEMENTOS PARA APROVAÇÃO</b>			
Confirmação da resistência do betão	<input type="text"/>		
Verificação das ancoragens	<input type="text"/>		
Ordem de tensionamento	<input type="text"/>		
OBSERVAÇÕES	<input type="text"/>		

Fig. 46 – Boletim de Controlo do Pré-Esforço.

Em estaleiro o ferro deve estar devidamente armazenado e não deve ser colocado em contacto directo com o terreno.

A montagem das armaduras deve ser efectuada de forma a respeitar as dimensões do projecto e assegurar a rigidez do conjunto, para que a armadura mantenha a sua forma durante o transporte, a

colocação e a betonagem.

Devem ter-se presentes os condicionamentos ligados à facilidade de colocação e de compactação do betão. A colocação das armaduras nos moldes deve ser feita de modo a respeitar os recobrimentos previstos no Projecto. Os espaçadores a utilizar devem ser convenientemente envolvidos pelo betão, não devem prejudicar nem devem contribuir para o enfraquecimento da peça, quer directamente, quer facilitando a acção agressiva do meio ambiente. Os espaçadores ou cavaletes devem ser convenientemente envolvidos pelo betão. Devem ser constituídos por materiais inertes relativamente ao betão e ao aço das armaduras. O betão não pode ser lançado sobre as armaduras antes da Fiscalização aprovar a colocação nos moldes dessas armaduras (fig. 46). Devem ser verificadas as armaduras. Caso as referidas armaduras apresentarem escamas de ferrugem ou betão agarrado, deve ser exigido ao empreiteiro a sua limpeza com jacto de areia ou escova de aço.

Tolerâncias:

A posição das armaduras deve ser tal que a altura útil dos elementos, satisfaça as tolerâncias a seguir indicadas:

Para  $d < 20\text{cm}$  ..... +/- 0,075 d

Para  $20 < d < 40\text{cm}$  ..... +/- 0,05 d + 0,5cm

Para  $d > 40\text{cm}$  ..... +/- 2,5 cm

A tolerância do recobrimento das armaduras é de +/- 0,5cm.

Juntas de dilatação:

As juntas deverão ser preenchidas por material deformável, tipo aglomerado de cortiça, esferovite ou outro indicado no Projecto e a aprovar pela Fiscalização. Quando indicado no Projecto as juntas levarão lâminas de vedação em PVC, cuja forma e desenvolvimento deverão garantir a estanqueidade e adaptação aos diferentes tipos de deformações a que serão submetidas. As juntas são rematadas com um vedante tipo “mástique”. A figura 33 representa a implementação de uma junta de estanqueidade com lâmina em PVC.

Elementos de betão armado pré-fabricados:

A dosagem do betão deve ser a definida no projecto. No fabrico destas peças devem ser observadas as disposições que são utilizadas numa betonagem normal. Todas as peças devem ser devidamente identificadas. As superfícies das peças que se destinem a serem ligadas em obra devem ter um tratamento tal que deixe os inertes à vista. As superfícies que apresentem defeitos após a desmoldagem deverão ser reparadas com uma argamassa do tipo epóxica, a aprovar pela Fiscalização. Deve ser garantida a cura dos elementos. Deve ser dada especial atenção à suspensão e movimentação dos elementos pré-fabricados. O Empreiteiro deverá efectuar um estudo para verificar a estabilidade destas peças desde o seu fabrico até à sua aplicação na obra.

Betão Submerso:

As operações devem ser aprovadas pela Fiscalização. Os moldes para a colocação debaixo de água deverão ser capazes de resistir à pressão das correntes e outras forças, devendo ainda assegurar que a água existente dentro dos moldes esteja livre de turbulências, correntes ou outras perturbações.

A dosagem de cimento do betão colocado debaixo de água será superior 25% ao do betão do mesmo tipo a utilizar noutro local.

O betão dever ser protegido da água pelos equipamentos de colocação, devendo este ser descarregado junto da superfície de aplicação e dentro das camadas já aplicadas.

Em nenhuma circunstância se deverá permitir que o betão passe livremente através da água.

O betão submerso deve ser colocado sem interrupção.

Quando houver interrupção, a superfície afectada deve ser retirada até uma altura em que o betão se encontre uniforme, antes que a calda faça presa.

Os moldes e as armaduras não deverão ter quaisquer sedimentos antes de colocar o betão.

A armadura não deve ser colocada antes dos dois dias anteriores ao começo da moldagem.

Pavimentos de betão:

As situações a verificar neste tipo de trabalhos são:

- Colocação da cofragem, cerca de 1 cm acima do acabamento do pavimento. Deverá ser tida especial atenção ao apoio da cofragem, que deverá ser rígido.
- Marcação na cofragem de 2 em 2m, com o apoio da Topografia, da cota de nível do pavimento.
- Colocação e fixação das cantoneiras.
- Verificação do nivelamento longitudinal (com apoio da Topografia) e transversal (com nível) da cantoneira. Verificação do desempenho da cantoneira, com régua de 3m.
- Durante a betonagem do pavimento o controlo deve ser feito com o recurso ao laser e à Topografia.
- Para a verificação do pavimento deve ser efectuado um levantamento altimétrico segundo uma malha de pontos afastados de 1,5m. Levantamento com uma régua de 3m.
- Deve ser efectuada a análise dos resultados no dia da betonagem. Só após a verificação e aprovação dos resultados poderá dar-se início à betonagem seguinte.



Fig. 47 – Betonagem de um pavimento industrial, com auxílio de mestras.

### 5.1.6.3. LEGISLAÇÃO E NORMAS APLICÁVEIS

Regulamentos Aplicáveis:

- Regulamento de Betões e Ligantes Hidráulicos
- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado
- Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios

Normas e Especificações Aplicáveis:

#### I – PROJECTO/FABRICO/APLICAÇÃO:

- NP ENV 1992 -1-1: 1998 - Eurocódigo 2: Projecto de estruturas de betão.
- NP ENV 206: 1993 - Betão. Comportamento, produção, colocação e critérios de conformidade

#### II – BETÕES:

- NP 87: 1964 - Consistência do betão. Ensaio de abaixamento
- NP 414: 1964 - Consistência do betão. Ensaio de espalhamento
- NP 1383: 1976- Betões. Preparação de provetes para ensaios de Compressão e de flexão
- NP 1385:1976 – Betões. Determinação da composição do betão fresco
- NP 1386: 1976 - Betões. Determinação do teor de ar do betão fresco. Processo pneumático
- NP 1387:1976 – Betões. Determinação dos tempos de presa
- NP 4220: 1993 - Pozolanas. Definições, especificações e verificação da conformidade
- NP EN 450: 1995 - Cinzas volantes para betão. Definições, especificações e controlo da qualidade
- E 226-1968 – Betão. Ensaio de compressão
- E 378-1996 – Betões. Guia para a utilização de ligantes hidráulicos

#### III – CONSTITUINTES

#### ÁGUA PARA AS AMASSADURAS:

- E 372-1993 – Água da amassadura para betões. Características e verificação da conformidade
- NP 1415:1977 – Colheita das amostras de águas de amassadura e de águas em contacto com betões

#### CIMENTOS:

- NP 2064:1991 – Cimentos. Definições, composição, especificações e critérios de conformidade
- NP 2065: 1991 - Cimentos. Condições de fornecimento e recepção
- NP EN 196-1: 1996 - Métodos de ensaio de cimentos. Parte 1: Determinação das resistências mecânicas
- E 329-1979 – Cimentos. Determinação dos tempos de presa

#### ADJUVANTES:

- NP EN 480-2: 1998 - Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção. Métodos de ensaio. Parte 2: Determinação do tempo de presa
- NP EN 480-4: 1998 - Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção.
- Métodos de ensaio. Parte 4: Determinação da exsudação do betão
- NP EN 480-5: 1998 - Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção. Métodos de ensaio. Parte 5: Determinação da absorção capilar
- NP EN 480-6: 1998 - Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção. Métodos de ensaio. Parte 6: Análise por espectrofotometria de infravermelhos NP EN 480-8: 1998 - Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção. Métodos de ensaio. Parte 8: Determinação do teor de resíduo seco
- E 374-1993 – Adjuvantes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade

#### AREIA E INERTES:

- NP 85: 1964 - Areias para argamassas e betões. Pesquisa da matéria orgânica pelo processo do ácido tânico
- NP 86: 1972 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas muito finas e matérias solúveis
- NP 581: 1969 - Inertes para argamassas e betões. Determinação das massas volúmicas e da absorção de água das britas e godos
- NP 953: 1973 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas leves
- NP 954: 1973 - Inertes para argamassas e betões. Determinação das massas volúmicas e da absorção de água de areias
- NP 955: 1973 - Inertes para argamassas e betões. Determinação da baridade
- NP 956: 1973 - Inertes para argamassas e betões. Determinação dos teores em água total e em água superficial
- NP 957: 1973 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em água superficial de areias



- NP 1039: 1974- Inertes para argamassas e betões. Determinação da resistência ao esmagamento
- NP 1379: 1976 - Inertes para argamassas e betões. Análise granulométrica
- NP 1380:1976 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor de partículas friáveis
- NP 1381: 1976 - Inertes para argamassas e betões. Ensaio de reactividade potencial com os álcalis do ligante. Processo da barra de argamassa
- NP 1382:1976 – Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor de álcalis solúveis. Processo por espectrofotometria de chama
- NP 2106: 1984 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfatos
- NP 2107: 1984 - Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfuretos
- E 373 – Inertes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade.

#### AÇOS:

- NP 332: 1976 - Aço laminado a quente. Varão para betão. Dimensões
- E 449-1998 – Varões de aço A400 NR para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação
- E 450-1998 – Varões de aço ASOO NR para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação
- E 452-1990 – Fios de aço para pré-esforço. Características e ensaios
- E 453-1999 – Cordões de aço para pré-esforço. Características e ensaios
- E 361-1986 – Varões de aço para betão armado. Ensaio de dobragem – desdobragem
- NP 105 e NP 173 – Ensaios de tracção e de dobragem.

#### **5.1.6.4. EQUIPAMENTOS / ENSAIOS DE CONTROLO**

Equipamentos para controlo e ensaio (não destrutivos) dos betões, nomeadamente:

- Esclerometro de Schmits
- Detector de Armaduras – PROFOMITER

#### **5.1.6.5. MODELOS E BOLETINS DE CONTROLO A UTILIZAR**

- Boletim de Controlo de Betonagem (Anexo II)
- Boletim de Controlo da Aprovação / Recepção de Materiais
- Boletim de Controlo de Não Conformidades
- Planos de Inspeção e Ensaio, (ver anexos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e X)

- Mapa de registo dos ensaios aos provetes dos betões, (ver anexo IX)
- Ficha de cálculo da Tensão Característica dos betões, (ver anexo X)



## 6

# CONCLUSÕES

### 6.1. PIE – Pedido de Aprovação de Betonagem

Para análise da adequabilidade dos modelos de controlo de conformidade propostos (em anexo), procedeu-se à implementação dos mesmos em contexto real, no âmbito da actividade de gestão de obra, desenvolvida por uma empresa de Fiscalização (Empreitada de Interligação do Subsistema de S. Jorge, com o Subsistema de Abastecimento de Água de Melgaço, Monção e Valença – Empreitada de Interligação dos Subsistemas da ETA de Cavaleiros e da ETA de Insalde, do Subsistema de Abastecimento de Água de Paredes de Coura).

Este processo de implementação dos modelos e procedimentos de trabalho anteriormente exarados entroncou directamente com o processo de controlo de qualidade desenvolvido no âmbito das empreitadas anteriormente citadas.

Com base nos resultados obtidos ao longo deste processo de experimentação, os quais decorrem da apreciação do desempenho dos modelos, por parte dos respectivos utilizadores (Encarregados Fiscais) e da avaliação da qualidade final das tarefas submetidas ao controlo de conformidade, foi possível obter um conjunto de indicações relativamente às vantagens resultantes da sua implementação e propor acções de melhoria, numa perspectiva de aperfeiçoamento da sua eficácia.

Conforme referido no capítulo 5 do presente trabalho, a Fiscalização deverá implementar um procedimento de controlo dos trabalhos de betão armado, que lhe permita ser previamente avisada em relação à data prevista para a sua execução. Neste contexto, o boletim de “Pedido de Autorização para Betonagem” assume particular relevância no desencadeamento dos procedimentos de inspecção relativos aos trabalhos de montagem de armaduras, cofragem e betonagem. É imperativo que esta autorização seja precedida de inspecções preliminares, que garantam a viabilidade da previsão estabelecida para a execução dos trabalhos. Por outro lado, a Fiscalização deverá, no âmbito da sua coordenação interna, nomear um responsável pelos procedimentos de inspecção e ensaio aos trabalhos, garantido a presença de um representante “in loco”.

Um aspecto fundamental a atender durante a apreciação de um pedido de autorização de betonagem, prende-se com o processo de aprovação do betão, dos varões de aço para as armaduras e dos painéis de cofragem. Nesse sentido, para concessão de autorização para betonagem deverá encontrar-se encerrado o estudo de composição do betão e o processo de aprovação do respectivo fornecedor. Por outro lado, não deverá permanecer qualquer dúvida em relação à certificação do aço utilizado nas armaduras, bem como em relação à qualidade e adequado estado de conservação dos moldes.

Na figura 48 é apresentado um exemplo prático de implementação do boletim de pedido de aprovação de betonagem, o qual nos permite recolher elações importantes em relação à sua utilidade (quadro 1).

<b>LOGOTIPO</b>	<b>DESIGNAÇÃO DA EMPREITADA</b>				FOLHA <u>1</u> / <u>1</u>				
<b>PEÇA:</b> <u>Solado do muro de contenção de terra</u>				<b>EMPREITEIRO:</b> <u>ABB - Alencar de Moraes</u> <u>Belo Horizonte, S. A.</u>					
<b>O EMPREITEIRO</b>  		<b>DATA</b> <u>25/09/2007</u>		<b>PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO DE BETONAGEM PARA</b> <u>26/09/2007</u>					
<b>Classe de Betão</b> <u>C30/37 S2</u> <b>Slump especificado</b> <u>50 - 100</u>		<b>Volume previsto</b> <u>11,5 m³</u> <b>Hora de início</b> <u>13:00 h</u>							
		Vistoria do Empreiteiro		Vistoria da Fiscalização					
		Ass.	Data	OK	Não	N/A			
		Data							
Armaduras	<u>FF</u>	<u>25/09/2007</u>	<u>X</u>			<u>26/09/2007</u>			
Recobrimentos	<u>FF</u>	<u>25/09/2007</u>	<u>X</u>			<u>26/09/2007</u>			
Cofragem	<u>FF</u>	<u>25/09/2007</u>	<u>X</u>			<u>26/09/2007</u>			
Escoramentos									
Picagens/ Limpezas									
Atravessamentos eléctricos									
Atravessamentos mecânicos									
Verificação topográfica									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <b>PARECER DA FISCALIZAÇÃO:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Aprovado  <input type="checkbox"/> Aprovado com comentários ( * )  <input type="checkbox"/> Rejeitado ( * )         </div> <div> <b>( * ) Comentários:</b>    </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div>           Ass. pela Fiscalização:  <u>FF</u> </div> <div>           Data e hora da vistoria  <u>26/09/2007 ( 13:00 h )</u> </div> </div>									
AMOSTRAS A RECOLHER E ENSAIOS A REALIZAR									
<b>3 DIAS</b>		<b>7 DIAS</b>		<b>28 DIAS</b>		<b>90 DIAS</b>		<b>180 DIAS</b>	
QUANT.	REF.	QUANT.	REF.	QUANT.	REF.	QUANT.	REF.	QUANT.	REF.
		<u>2</u>	<u>4195</u>	<u>2</u>	<u>4195</u>				

Fig. 48 – Boletim de Autorização para Betonagem preenchido (caso real).

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Permite um controlo efectivo, por parte da Fiscalização, das betonagens realizadas no âmbito de uma dada empreitada.	Incumprimento, por parte dos Adjudicatários das Empreitadas, em relação ao período de 24 horas de antecedência, que deve ser respeitado no envio do documento.
Permite, desde que respeitado o período de precedência (24 horas), avaliar a conformidade dos trabalhos para a realização da betonagem.	Dificuldade ao nível da identificação da peça a betonar, salvo se for enviado um desenho anexo.
Permite a formalização por parte da Fiscalização, em relação a uma eventual “Não Conformidade” da peça a betonar.	Ignorada, habitualmente, a referência à classe de consistência do betão.
	Útil para comunicação da data, hora e local da realização de betonagens, mas insuficientemente detalhado para a realização de inspecções aos trabalhos.

Quadro 1 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim do pedido de aprovação de betonagem.

## 6.2. PIE – Controlo de Betonagem

O “Boletim de Controlo de Betonagem” reveste-se de particular importância ao nível da aferição dos meios técnicos e humanos disponibilizados para a realização do trabalho de betonagem. O Fiscal que garante o acompanhamento da frente de trabalho, deverá condicionar a concessão de autorização para o início dos trabalhos, à confirmação da presença do número de trabalhadores necessário à realização dos trabalhos de colocação, espalhamento e vibração do betão.

Outra condição fundamental para a realização dos trabalhos de betonagem é a existência dos equipamentos necessários à colocação, espalhamento e vibração do betão, incluindo-se nesta análise a confirmação de que há equipamentos de reserva que garantem a continuidade da actividade, face a uma eventual falha mecânica.

A presença do fornecedor de betão e o controlo de conformidade das respectivas remessas, mediante a realização de ensaios de receção e confirmação da origem do betão, são igualmente aspectos incontornáveis nesta avaliação prévia.

Na figura 49 apresenta-se um exemplo prático de aplicação do boletim de controlo de betonagem, preenchido por um Encarregado Fiscal durante os trabalhos de inspecção preliminar à realização da betonagem. A verificação da presença dos meios técnicos, materiais e humanos para a realização de uma betonagem, previamente aprovada, é condição fundamental para a prossecução dos trabalhos.

O quadro 2 expõe de forma sucinta o balanço entre os aspectos considerados mais positivos e mais negativos da implementação deste modelo de inspecção. Deverá referir-se que este modelo de controlo de trabalhos de betonagem, não possui qualquer utilidade quando implementado de forma isolada,

devido ser complementado por modelos de inspecção que incidam sobre aspectos mais concretos da actividade em causa (ver restantes boletins das figuras 50, 51 e 52).

LOGOTIPO	<b>DESIGNAÇÃO DA EMPREITADA</b>		FOLHA <u>1, 1</u>
<b>PEÇA:</b> <u>Infante da mesa de contenção de terra</u>		<b>EMPREITEIRO:</b> <u>ABB - Alexandre</u> <u>Barbosa Borges, S.A.</u>	
<b>1 - BETÃO</b> ORIGEM <u>CIMPOR BETÃO</u> TIPO <u>C30/37</u> VOLUME <u>11,5</u> M3 SLUMP <u>52</u> CM		<b>2 - TEMPO DE COLOCAÇÃO</b> DAS <u>13</u> H <u>00</u> min ÀS <u>14</u> H <u>00</u> min TOTAL <u>1</u> H RENDIMENTO <u>11,5</u> M3/h	
<b>3 - RESPONSÁVEIS PELO CONTROLE DE COLOCAÇÃO</b> GERAL <u>ABB</u> COLOCAÇÃO <u>ABB</u> FABRICO <u>CIMPOR BETÃO</u>		<b>4 - MÃO DE OBRA</b> VIBRAÇÃO <u>a.k.</u> COLOCAÇÃO <u>a.k.</u> TOPOGRAFIA <u>K.O.</u> CARPINTEIROS <u>a.k.</u> FERRAMENTEIROS <u>K.O.</u> ELECTRICISTAS <u>K.O.</u> OUTROS _____	
<b>5 - EQUIPAMENTO FIXO</b> CENTRAL <input type="checkbox"/> BOMBA <input checked="" type="checkbox"/> GRUA <input type="checkbox"/> BALDE <input type="checkbox"/> TAPETE <input type="checkbox"/> TREMONHA <input type="checkbox"/> OUTROS <input type="checkbox"/>		<b>6 - EQUIPAMENTO ROLANTE</b> AUTO BETONEIRA <input checked="" type="checkbox"/> TRANSPORTES <input type="checkbox"/> OUTROS <input type="checkbox"/>	
<b>7 - PLANO DE BETONAGEM</b>			
<b>FICHA DE COLOCAÇÃO DE BETÃO (parte I)</b> DO DIA <u>25/09/2007</u>			<b>O EMPREITEIRO</b> <u>Kilvin</u>
<b>8 - INFORMAÇÃO DO FISCAL APÓS BETONAGEM</b> <u>AutORIZADA a betonagem</u> <u>às 13h00m. Verificados os armadores, a colocação e</u> <u>os recolimentos.</u>  ASSINATURA <u>Gonçalo Barbosa</u>			

Fig. 49 – Boletim de Controlo de Betonagem preenchido (caso real).

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Permite o controlo dos meios (mão-de-obra e equipamentos) necessários à realização da betonagem.	O boletim não adverte o Fiscal relativamente a aspectos concretos da avaliação de conformidade (armaduras, cofragem, dimensões das peças, etc.).
Permite o controlo dos rendimentos de trabalho mediante o registo do tempo gasto para a aplicação do volume de betão preconizado.	Dificuldade ao nível da identificação da peça a betonar, salvo se for enviado um desenho anexo.
	Não adverte o Fiscal em relação à necessidade de preconizar equipamentos de reserva (vibrador, bomba, balde para descarga, etc.)
	Não permite o controlo dos meios laboratoriais para preparação de amostras de betão, destinadas à realização de ensaios.
	Não alerta para a duração do transporte de betão pelo camião betoneira.

Quadro 2 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo de betonagem.

### 6.3. PIE – Controlo do Pré-esforço

O “Boletim de Controlo de Pré-Esforço” deverá conduzir o responsável fiscal aos aspectos primordiais da actividade. Neste contexto assume particular importância a verificação dimensional dos moldes, a verificação da conformidade do equipamento de tensionamento, a verificação das ancoragens e das cargas de tensionamento a aplicar.

Os aspectos relativos à conformidade do betão recepcionado, deverão preceder o início da actividade. A não apresentação de um exemplo prático de aplicação, justifica-se pelo facto de a actividade em análise não incluir qualquer pré-esforço. O pré-esforço de estruturas apresenta exigências muito específicas que justificariam uma tese absolutamente individualizada. Contudo, com base na experiência adquirida por parte dos Encarregados Fiscais no acompanhamento destes trabalhos e no preenchimento destes modelos de inspecção, foi possível identificar um conjunto de pontos fortes e pontos fracos, que passamos a expor no quadro 3.

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Foca a análise de conformidade em aspectos específicos da produção de peças pré-esforçadas	Não permite o controlo dos meios (mão-de-obra e equipamentos) necessários à realização da betonagem.
Identifica claramente a peça a betonar mediante descrição sucinta	Não permite o controlo dos



e referência ao desenho do projecto de execução.	rendimentos de trabalho.
	Não adverte o Fiscal em relação à necessidade de preconizar equipamentos de reserva (vibrador, bomba, balde para descarga, etc.)
	Não permite o controlo dos meios laboratoriais para preparação de amostras de betão, destinadas à realização de ensaios.
	Não alerta para a duração do transporte de betão pelo camião betoneira.
	Não dispõe de campo específico para a validação do boletim, por parte dos intervenientes (Fiscalização e Adjudicatário).

Quadro 3 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo do pré-esforço.

#### 6.4. PIE – Controlo de montagem de armaduras

O “Boletim de Controlo de Montagem de Armaduras” assume um carácter de precocidade em relação aos restantes procedimentos de inspecção e ensaio dos trabalhos de betão armado. Este modelo deverá ser implementado desde a data em que se inicia a actividade de montagem de armaduras, designadamente pelo preenchimento dos descritores relativos à verificação do diâmetro das armaduras e dos comprimentos de amarração.

Caso a sua implementação se verifique tardiamente, tornar-se-á particularmente difícil implementar medidas correctivas de eventuais anomalias, com prejuízo evidente para os prazos de execução da empreitada. O Fiscal encarregado pelo acompanhamento dos trabalhos deverá coordenar com o representante do Adjudicatário da empreitada, a data para a montagem dos painéis de cofragem, para que não persista qualquer dúvida em relação à conformidade das armaduras, em relação ao projecto de estruturas.

Face ao carácter sequencial de que se reveste a actividade de inspecção à montagem de armaduras, entendeu-se que seria adequada uma separação temporal das diferentes verificações.

Desta forma, foi criada uma coluna para verificações a realizar durante a recepção de materiais. O controlo do diâmetro dos varões deverá ser realizado desde a recepção em obra, na medida em que a conformidade da estrutura de betão armado depende em grande medida desse aspecto.

A coluna relativa aos trabalhos de preparação das armaduras compreende a verificação das tarefas de corte e dobragem das armaduras, tendo em consideração os empalmes previstos no projecto de execução. Esta fase preparatória dos trabalhos é essencial para a obtenção de bons resultados na fase final das verificações.

A fase final das verificações deverá processar-se durante a montagem das armaduras, incidindo sobre aspectos relacionados com as disposições construtivas das armaduras.

[illegible]

LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA

DATA: 24/09/2007

Fig. 50 – Boletim de Controlo de Montagem de Armaduras preenchido (caso real).

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
O modelo foca aspectos dos trabalhos de montagem de armaduras que habitualmente são ignorados (negativos, reforços de armadura, comprimentos de amarração, etc.)	Não permite o controlo dos meios (mão-de-obra e equipamentos) necessários à montagem de armaduras.
	Dificuldade ao nível da identificação da peça a betonar, salvo se for enviado um desenho anexo.
	Não permite o controlo dos rendimentos de trabalho mediante o registo do tempo gasto para a montagem de armaduras.
	Não adverte para a verificação das amarrações com atilhos de arame.
	Não adverte o Fiscal em relação à necessidade de assegurar que estão montados os arranques das armaduras da fase seguinte do plano de betonagem.

Quadro 4 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de montagem de armaduras.

## 6.5. PIE – Controlo prévio à aplicação de betão

O “Boletim de Controlo Prévio à Aplicação do Betão” incide, em primeira instância, sobre aspectos relacionados com a implantação topográfica dos elementos construtivos a betonar (importa confirmar a implantação das peças com a equipa de topografia, de forma a evitar anomalias ao nível da interligação dos diferentes elementos construtivos – ex. numa ETAR, os diferentes órgãos encontram-se interligados entre si, de acordo com um esquema de funcionamento próprio. Caso se verifique uma incorrecta implantação dos mesmos, quer em termos planimétricos, quer em termos altimétricos, o esquema de funcionamento (particularmente ao nível dos circuitos hidráulicos) ficará irremediavelmente comprometido.

Outro aspecto focado é o das condições de higiene e segurança para a realização da betonagem, particularmente ao nível das entivações (caso os trabalhos de betão armado sejam executados a cota inferior à da superfície do terreno) e ao nível das protecções colectivas contra quedas em altura (caso as plataformas de trabalho se situem a cota superior à da superfície do terreno de apoio).

O “Boletim de Controlo Prévio à Aplicação do Betão” aborda o controlo das condições prévias à aplicação do betão, segundo duas perspectivas distintas. Se o objecto é a primeira fase de uma betonagem, na qual não se estabelecem ligações com estruturas pré-existentes, importa sobretudo verificar as condições de estabilidade, estanquidade, limpeza e protecção anti-aderente dos painéis de cofragem. Pelo contrário, se o objecto é uma segunda ou terceira fase de betonagem, importa por acréscimo analisar a conformidade das armaduras de arranque (ligação a estrutura de betão armado pré-existente), a limpeza e rugosidade da superfície de contacto entre o betão endurecido (presa

completa) e o betão fresco, bem como a eventual necessidade de utilização de um ligante entre as duas superfícies anteriormente referidas.

Quando se verifica a realização de betonagens em diferentes fases, com particular destaque no caso de obras hidráulicas, deverá ponderar-se a utilização de juntas de estanquidade (tipo “whater-stop”) para impedir qualquer fuga de água pela junta de betonagem.

O “Boletim de Controlo Prévio à Aplicação do Betão” assume desta forma singular importância no caso das betonagens decompostas em diferentes fases, podendo constituir um documento de controlo e coordenação destas ao longo do processo construtivo de um elemento estrutural.

Na figura 51 apresenta-se um exemplo real de aplicação do boletim de controlo prévio à aplicação do betão. Neste caso concreto, a inspecção incidiu sobre uma primeira fase de betonagem, pelo que os campos relativos a betonagens em segunda fase não são aplicáveis. No quadro 5 é feita uma análise valorativa dos resultados práticos da implementação deste modelo de inspecção.

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Aborda aspectos particularmente importantes durante a programação de uma betonagem de segunda fase (ligantes entre diferentes fases de uma betonagem e respectivos tratamentos prévios).	Não aprofunda ou detalha o conjunto de verificações que deverão ser implementadas em relação a cada uma das etapas de uma betonagem (ex. campo 7 não especifica o conjunto de cuidados a ter durante a aplicação, vibração e acabamento superficial do betão).
Check-List que abrange as diferentes etapas de uma betonagem.	Dificuldade ao nível da identificação da peça a betonar, salvo se for enviado um desenho anexo.
Atende à implantação topográfica das estruturas de betão armado.	Não permite o controlo dos rendimentos de trabalho mediante o registo do tempo gasto para a montagem de armaduras.
Maior flexibilidade ao nível do controlo de conformidade, com a criação de quatro níveis distintos (conforme, conforme condicionado, não conforme e não aplicável).	Ausência de campo para a recolha de dados necessários para o controlo estatístico do betão.
Atende às condições de segurança para a execução dos trabalhos (ex. campo 2 – entivação).	Não atende às condições de escoramento e estabilidade dos painéis de cofragem.
Atende às condições climáticas para a realização da betonagem.	

Quadro 5 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo prévio à aplicação do betão.

LOGOTIPO DA ENTIDADE FISCALIZADORA

LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA

## REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE

### APLICAÇÃO DE BETÃO

Dono da Obra: <u>Agua do Minto e Lima, S.A.</u>		Número: _____	
Adjudicatário: <u>ABP - Alexandre Barbosa Braga, S.A.</u>		Data: <u>26/09/2007</u>	
Empreitada: <u>Inteligência do Subsistema do EIA de</u>		Projecto N° <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span>	
<u>Controlados e de Inspeção</u>			
Troço _____	Frete _____	Diâmetro _____	Material _____

	Existe	C	CO	NC	NA
<b>1 - Implantação Topográfica da Caixa</b>	<input checked="" type="checkbox"/>				
1.1- Cota de Betonagem	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2- Implantação planimétrica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3- Altura de betonagem	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2 - Entivação</b>	<input checked="" type="checkbox"/>				
2.1- Cobrem todo o comprimento / toda a altura	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 - Estão apertadas contra os taludes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3 - Cofragem</b>	<input checked="" type="checkbox"/>				
3.1 - Posicionamento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 - Descofrante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 - Estanqueidade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 - Escoramentos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4 - Armaduras</b>					
4.1 - Diâmetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 - Espaçamento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 - Amarração	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 - Recobrimento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>5 - Serralharias</b>	<input type="checkbox"/>				
5.1 - Dimensões	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.2 - Tratamento anti-corrosivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.3 - Posicionamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>6 - Betonagem de segunda fase</b>	<input type="checkbox"/>				
6.1 - Cofragem					
6.1.1 - Posicionamento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6.1.2 - Descofrante		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6.1.3 - Estanqueidade		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6.1.4 - Escoramentos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6.2 - Validade do produto de selagem (ligante 1ªfase-2ªfase)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6.2 - Tratamento da superfície do betão 1º Fase - picagem		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6.2 - Aplicação do ligante		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>7 - Aplicação</b>					
7.1 - Aplicação do betão	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 - Vibração do betão	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3 - Acabamento superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fiscal  
João Felgueiras  
DATA: 26/09/2008

Visto  
R.  
DATA: 26/09/2008

C=Conforme;CO=Condicionado;NC=Não Conforme; NA=Não Aplicável

Fig. 51 – Boletim de Controlo Prévio à Aplicação de Betão preenchido (caso real).

## 6.6. PIE – Controlo da colocação de betão

O “Boletim de Controlo da Aplicação do Betão” deverá ser implementado em betonagens isoladas, que justifiquem controlo de conformidade individual. Neste contexto, avalia as condições climáticas do momento, atendendo à presença de geada ou excesso de água nas fundações ou superfícies de contacto com outros elementos estruturais.

Neste boletim é feita a primeira abordagem aos ensaios de receção do betão, cuja estrutura laboratorial deverá estar presente antes do início dos trabalhos. Assim, o modelo de boletim apresentado evoca todos os passos relativos à realização dos ensaios de consistência e à preparação dos provetes de betão (ensaio laboratorial).

No que diz respeito ao controlo da colocação do betão no interior dos moldes, são focados os aspectos que do ponto de vista prático deverão merecer maior atenção por parte dos Encarregados Fiscais. Neste particular, destaca-se o processo de distribuição do betão (por camadas vibráveis e com uniforme distribuição longitudinal), o processo de acabamento superficial (com referência a procedimentos inapropriados), o processo de cura e o processo de reparação superficial.

À semelhança de outros modelos de inspecção anteriormente apresentados, também neste caso concreto (figura 52), se verifica uma distribuição temporal das inspecções, materializada em colunas com diferentes denominações (exigências, preparação e instalação). A coluna das exigências pressupõe que todo o processo de aprovações realizado a montante (materiais, equipamentos, fornecedores, betonagem) se encontra encerrado. A coluna, relacionada com os aspectos preparatórios, implica uma análise “in loco” das condições para a realização da betonagem, condicionando o início desta (condições climáticas, condições de limpeza da base, etc.). A última coluna decorre do acompanhamento das acções da entidade executante, durante a betonagem, debruçando-se de forma mais exaustiva sobre os métodos de trabalho. No quadro 6 apresenta-se uma síntese dos aspectos (favoráveis e desfavoráveis) que mais se destacam, em resultado da implementação deste modelo de inspecção.

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
O modelo foca aspectos dos trabalhos de betonagem, que habitualmente são ignorados (tratamento superficial do betão, presença de laboratório, etc.)	Não permite o controlo dos meios (mão-de-obra e equipamentos) necessários à montagem de armaduras.
Análise das condições climáticas para a realização da betonagem.	Dificuldade ao nível da identificação da peça a betonar, salvo se for enviado um desenho anexo.
Adverte para a necessária presença de equipamentos de reserva (vibradores, bombas, etc.)	Não permite o controlo dos rendimentos de trabalho mediante o registo do tempo gasto para a montagem de armaduras.
Análise das condições de escoramento e estabilidade dos painéis de cofragem.	Ausência de campo para a recolha de dados necessários para o controlo estatístico do betão.

Quadro 6 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo da aplicação do betão.



### 6.7. PIE – Pedido de Autorização para Descofragem

O “Boletim de Pedido de Autorização para Descofragem” justifica particular destaque no âmbito dos procedimentos de inspecção e ensaio em estruturas de betão armado, na medida em que a Fiscalização é habitualmente ignorada no que toca à avaliação das condições para a sua realização.

À semelhança do que se verifica em relação ao Pedido de Autorização para Betonagem, a Fiscalização deverá analogamente, no caso da descofragem, implementar um procedimento de controlo dos trabalhos, que lhe permita ser previamente avisada em relação à data prevista para a sua execução. Neste contexto, o boletim de “Pedido de Autorização para Descofragem” assume particular relevância na garantia da estabilidade da estrutura, bem como na garantia das condições para a realização da presa. A Fiscalização deverá avaliar os prazos previstos no REBAP para a realização da descofragem e, no âmbito da sua coordenação interna, nomear um responsável pelos procedimentos de inspecção e ensaio aos trabalhos, garantido a presença de um representante “in loco”.

Na figura 53 apresenta-se um caso real de aplicação do boletim de “Pedido de Aprovação da Descofragem”, relativo a painéis de cofragem laterais. Um dos aspectos que mais se evidencia, é a dificuldade de associação entre a peça a descofrar e o pedido de aprovação de betonagem (PAB) que com ela se relaciona a montante. Este facto é sintomático da impossibilidade pratica de consultar os arquivos da Fiscalização, durante o acompanhamento dos trabalhos no terreno.

No quadro 7 apresentam-se os pontos fortes e pontos fracos resultantes da análise à utilidade prática deste modelo de inspecção, no contexto do plano de inspecções e ensaios da empreitada.

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Permite um controlo efectivo, por parte da Fiscalização, das descofragens realizadas no âmbito de uma dada empreitada.	Os Adjudicatários das empreitadas resistem ferozmente à utilização deste modelo de controlo das descofragens.
Permite, mediante a referência feita à data do pedido de aprovação da betonagem, avaliar o cumprimento dos prazos necessários para a descofragem.	Dificuldade ao nível da identificação da peça a descofrar, salvo se for enviado um desenho anexo.
Atende ao tipo de descofragem a realizar (lajes, paredes, vigas, etc.)	Não diferencia a descofragem da recolha do escoramento, facto que assume particular relevância no caso das lajes.

Quadro 7 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de pedido de autorização para descofragem.



LOGOTIPO DA ENTIDADE FISCALIZADORA

LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA

# REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA DESCOFRAGEM

Dono da Obra:	<u>Agua do Minto e Lima, S.A.</u>	Número: PAD/	
Adjudicatário:	<u>ABB - Alexandre Barbosa Borges, S.A.</u>	Data:	<u>28/07/2007</u>
Empreitada:	<u>Inteligência da Subestação da E.T.A. de</u>	Projecto Nº	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<u>Conselheiro de Trazido</u>		
Elementos a descofrar:	<u>Cofragem lateral da sapata do muro de contenção</u>		

ELEMENTOS	REGISTOS ASSOCIADOS	Painéis Laterais	Painéis de Fundo	Prumos 50%	Prumos 100%	Painéis de lajes	Outros
Cofragem lateral de uma sapata de concreto do muro de contenção de Touro.	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observações :

PAB - PIE

Director de Obra
<u>Filipe</u>
DATA: <u>28/09/2007</u>

RCP - PIE

Fiscal
<u>Yves Felipeiro</u>
DATA: <u>28/09/2008</u>

Visto

<u>He.</u>
DATA: <u>28/09/2007</u>

Nota: O Empreiteiro é responsável pela qualidade final dos trabalhos, conforme condições contratuais.

Fig. 53 – Boletim de Pedido de Autorização para Descofragem preenchido (caso real).

## 6.8. PIE – Controlo da Descofragem

O “Boletim de Controlo da Descofragem” tem como pressuposto de base, o cumprimento dos prazos de cura do betão na estrutura em causa. Essa avaliação deverá ser fundamentada com base no artigo 153º do REBAP. Desta disposição regulamentar consta o quadro relativo aos prazos mínimos de desmoldagem e descimbramento (quadro XVIII do REBAP), bem como um conjunto de recomendações relativas à implementação de medidas especiais na descofragem, caso se opte pela redução dos prazos legalmente estabelecidos. Estes aspectos legais são designados de “exigências preliminares” no “Boletim de Controlo da Descofragem”, pelo facto de corresponderem a avaliações que antecedem a autorização para descofragem.

A concessão de autorização para a realização de uma descofragem, não é extensível aos escoramentos. Nesse sentido, o “Boletim de Controlo da Descofragem” possui um descritor que adverte em relação à dissonância entre os prazos de descofragem e de desmontagem de escoramentos (facto particularmente aplicável no caso da descofragem de lajes).

No plano da correcção de defeitos existentes na superfície da estrutura descofrada, importa analisar o conjunto de acções minimizadoras das anomalias detectadas (ex. vazios no betão, arestas degradadas, perfurações resultantes da montagem e amarração dos painéis de cofragem, entre outras).

Na figura 54 apresenta-se um exemplo de preenchimento para um boletim de controlo de descofragem, que permite retirar algumas ilações relativamente às vantagens que decorrem da implementação deste modelo de inspecção, abrindo igualmente espaço para a apresentação de propostas de melhoria (quadro 8).

O modelo de controlo de trabalhos de descofragem, distribui as acções de inspecção por três diferentes espaços temporais (exigências prévias, preparação e instalação final). A coluna das exigências debruça-se sobre aspectos relacionados com as condições prévias à realização da descofragem, constituindo o pressuposto que está inerente à concessão de autorização para a retirada dos moldes. A preparação da descofragem, consiste na verificação de algumas das etapas da descofragem, ao passo que a coluna das verificações finais debruça-se sobre a qualidade final da peça de betão armado.

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
Adverte para o conjunto de precauções a ter em relação à realização da descofragem.	O boletim não adverte o Fiscal relativamente a aspectos concretos da avaliação de conformidade (transcrição das durações legais que precedem a descofragem dos diferentes elementos de betão, bem como dos respectivos escoramentos).
Alerta para uma eventual necessidade de se proceder ao tratamento superficial do betão.	Dificuldade ao nível da identificação da peça a descofrar, salvo se for enviado um desenho anexo.
	Não permite o controlo dos rendimentos de trabalho mediante o registo do tempo gasto para a descofragem.

Quadro 8 – Análise dos “pontos fortes” e dos “pontos fracos” associados ao boletim de controlo da descofragem.

FISCAL  
Yose Felman  
DATA: 28/09/2007

LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA

114

## 6.9. PIE – Registo dos resultados dos ensaios sobre betão

O boletim compila e condensa um conjunto de dados fundamentais para o controlo estatístico do betão. Verifica-se que o modelo abaixo exposto, permite o registo de todos os parâmetros necessários ao controlo estatístico do betão e dos respectivos constituintes (peso volúmico dos diferentes inertes; dosagem e marca dos ligantes; características da amassadura; classe de resistência; classe de consistência; classe de exposição; resultados da resistência do betão à compressão 3, 7 e 28 dias, entre outros.).

A figura 55 representa um exemplo real de recolha de resultados dos ensaios de provetes cúbicos à compressão. No âmbito das obrigações contratuais do Adjudicatário, este deverá facultar o acesso da Fiscalização ao laboratório responsável pelos ensaios à compressão, para validação dos resultados obtidos.

A Fiscalização, conforme se poderá verificar pela análise do boletim representado na figura 55, possui um papel relevante ao nível da identificação dos provetes cúbicos (referências alfanuméricas sequenciais) e ao nível da monitorização do processo dos ensaios à compressão, advertindo para as datas previstas para a realização de ensaios (3, 7, 14 e 28 dias).

REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE														
BETÃO: RESULTADO DOS ENSAIOS DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E "SLUMP"														
EMPREENHADA : (designação)			(EMPREENHEIRO) A.B.B. S.A.			PROJECTO Nº: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]			PAB Nº [ ] [ ] [ ]			RRB Nº [ ] [ ] [ ]		
DIMENSÕES DO PROVETE: (cm)			INERTES (Kg/m³)						LIGANTE		SLUMP			
LARGURA	COMPRIMENTO	ALTURA	Areia 1	Areia 2	Areia 3	Brita 1	Brita 2	Brita 3	DOSAGEM	MARCA	ÁGUA DE AMASSADURA			
15	15	15									RAZÃO ÁGUA / LIGANTE			
Nº	DATA DE	CLASSE DE	CLASSE DE	CLASSE DE	REPO DO	SLUMP	DATA DO ENSAIO		Resistência à Compressão (Mpa)			RESISTÊNCIA	ELEMENTO	PESO DO CUBO
PROVETE	FABRICO	RESISTÊNCIA	CONSISTÊNCIA	EXPOSIÇÃO	CUBO	(CM)	Prevista	Realizada	3 dias	7 dias	28 dias	MÉDIA (MPa)	ESTRUTURAL	(Kg)
												TENSÃO	(PAB Nº)	
												ROTURA		
4195.1	26/07/2007	C20/25	S2	D		8		23/10/2007		20.00		19.70		
4195.2	26/07/2007	C20/25	S2	D		8		23/10/2007		19.40				
4195.3	26/07/2007	C20/25	S2	D		8		27/11/2007			28.90	28.70		
4195.4	26/07/2007	C20/25	S2	D		8		27/11/2007			28.90			
4269.1	23/10/2007	C20/25	S3	D		14		30/10/2007		20.20		20.00		
4269.2	23/10/2007	C20/25	S3	D		14		30/10/2007		19.80				
4269.3	23/10/2007	C20/25	S3	D		14		20/11/2007			27.50	27.85		
4269.4	23/10/2007	C20/25	S3	D		14		20/11/2007			28.20			
4269.5	23/10/2007	C20/25	S3	D		14		20/11/2007						
4294.1	31/10/2007	C20/25	S3	D		15		03/11/2007		19.80		19.35		
4294.2	31/10/2007	C20/25	S3	D		15		07/11/2007		20.10				
4294.3	31/10/2007	C20/25	S3	D		15		28/11/2007			28.60	28.90		
4294.4	31/10/2007	C20/25	S3	D		15		28/11/2007			27.20			

OBSERVAÇÕES :

Director de Obras

DATA: / /

Fiscal

DATA: / /

Visto

DATA: / /

Fig. 55 – Boletim de registo dos ensaios realizados sobre as amostras de betão preenchido (caso real).

## 6.10. PIE – Cálculo da tensão característica do betão

O boletim elaborado para o cálculo da tensão característica do betão produz resultados bastante satisfatórios, constituindo um documento fiável para de valores de referência da resistência à compressão. Constata-se que na generalidade dos casos o valor da tensão característica do betão excede o limite máximo da respectiva classe de resistência (fornecedores de betão certificados apresentam boa qualidade ao nível do produto final).



## BIBLIOGRAFIA

### EDIÇÕES TÉCNICAS

- [1] Brito, José Maria Brandão de; Heitor, Manuel; Rollo, Maria Fernanda. 2002. “*Engenho e Obra – Uma abordagem à história da Engenharia em Portugal no século XX*”. (Publicações Dom Quixote – Lisboa) – pág. 107 à pág. 123.
- [2] Tavares, José Fernando Cansado; Esteves, Joaquim Moura. 2000. “*100 Obras de Engenharia Civil no Século XX*”. Edições da Ordem dos Engenheiros – (pág. 13 à pág. 19).

### LEGISLAÇÃO

- [3] Regulamento de Betão Armado e Pré-Esforçado.
- [4] ENV 1992-1-1:1991. Eurocódigo 2. Projecto de Estruturas de Betão.
- [5] Decreto-Lei n.º 59/99 de 2 de Março de 1999.
- [6] Decreto-Lei n.º 140/2004, de 8 de Junho de 2004.

### REVISTAS

- [7] Eng.º Carlos Martins. *Entrevista ao Presidente da APDA*. Revista Arte & Construção (n.º 182 – Dezembro de 2005), (pág. 32 à pág. 36).
- [8] José de Matos. *Artigo de opinião do Secretário-geral da APCMC*. Revista Arte & Construção (n.º 188 – Junho de 2006) – (pág. 12 à pág. 15).
- [9] Esteves, Eng.ª Ana Maria. *Artigo de Investigação do LNEC*. Revista Arte & Construção (n.º 197 – Março de 2007) – (pág. 17 à pág. 24).
- [10] Congresso Construção 2007. *3.º Congresso Nacional de 17 a 19 de Dezembro de 2007*. Revista Arte & Construção (n.º 204 – Outubro de 2007) – (pág. 85).
- [11] Moreira, Professor Adriano. “*Engenharia e o Século XXI*”. Revista INGENIUM (II Série – número 94 – Julho/Agosto de 2006) – (pág. 6 à pág. 11).
- [12] Brito, Eng.º P.S.D; Rodrigues, Eng.º L.F.T; Cunha, Eng.º M.P.T. “*Apresentação de um Sistema de Monitorização da Degradação de Estruturas de Betão Armado – Monlcorr*” – Revista INGENIUM (II Série – número 98 – Março/Abril de 2007) – (pág. 132 à pág. 136).
- [13] Rollo, Professora Maria Fernanda. “*Origem e Criação do LNEC*”. Revista INGENIUM (II Série – número 99 – Maio/Junho de 2007) – (pág. 104 à pág. 106).
- [14] Rodrigues, Professor Adriano Vasco. “*Comentário a propósito da - História Breve da Engenharia Civil – Pilar da Civilização Ocidental*”. Revista INGENIUM (II Série – número 100 – Julho/Agosto de 2007).
- [15] Sistemas de Cofragem da ULMA. Revista CONSTRUIR (02-11-2007 – Ano V – Número 112) – (pág. 7; pág. 11).

[16] Sevilha, Ana Rita; Traça, Carina e Batista, Ricardo. “*Estruturas e Cofragem*”. Revista CONSTRUIR (02-11-2007 – Ano V – Número 112) – (pág. 41 à pág. 45).

#### **PUBLICAÇÕES LNEC**

[17] Rocha, Manuel. 1994. “*A Reforma do Ensino da Engenharia – A Educação Permanente – A Investigação em Portugal*”, Lisboa.

[18] Lima J. d’Arga. 1988. “*Betão Armado, Armaduras, Aspectos Gerais*”, Lisboa.

[19] Coutinho A. de Sousa. 1988. “*Fabrico e Propriedades do Betão. Propriedades das Matérias-Primas. Fabrico (2 Volumes)*” Lisboa.

[20] Coutinho A. de Sousa; Gonçalves Arlindo. 1994. “*Fabrico e Propriedades do Betão. Propriedades do Betão Endurecido*”, Lisboa.

[21] Mascarenhas, A. Torres. 2004. “*O Sistema Nacional da Marca de Qualidade LNEC. Bases de Informação: I – Contextualização Geral e Caracterização Sumária*”, Lisboa.

[22] Mascarenhas, A. Torres. 2004. “*O Sistema Nacional da Marca de Qualidade LNEC. Bases de Informação: II – A Certificação de Empreendimentos da Construção*”, Lisboa.

#### **PUBLICAÇÕES I.N.E.**

[23] Mateus, Augusto; Madruga, Paulo. 2000. “*Pirâmide de Competitividade Territorial das Regiões Portuguesas*” – Revista de Estudos Regionais, Lisboa – (pág. 53; pág.58; pág. 63 e pág. 64).

#### **APONTAMENTOS DA SECÇÃO DE CONSTRUÇÕES CIVIS DA FEUP**

[24] Calejo, Professor Rui. 2003 “*Apontamentos Sobre Fiscalização e Coordenação de Obras*” – Secção de Construções Cíveis do Departamento de Engenharia Civil da FEUP – versão 2, Porto.

[25] Costa, Professor Moreira da. 2003. “*Apontamentos da Disciplina – QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO*” – Secção de Construções Cíveis do Departamento de Engenharia Civil da FEUP, Porto.





## **ANEXO I**

### **PIE – Pedido de Aprovação de Betonagem**





[illegible]



## **ANEXO II**

### **PIE – Controlo de Betonagem**



LOGOTIPO	DESIGNAÇÃO DA EMPREITADA		FOLHA ____/____
PEÇA:			EMPREITEIRO:
<div>1 - BETÃO</div> <div>ORIGEM _____ TIPO _____</div> <div>VOLUME _____ M3 SLUMP _____ CM</div>		<div>2 - TEMPO DE COLOCAÇÃO</div> <div>DAS _____ H _____ min ÀS _____ H _____ min</div> <div>TOTAL _____ H RENDIMENTO _____ M3/h</div>	
<div>3 - RESPONSÁVEIS PELO CONTROLE DE COLOCAÇÃO</div> <div>GERAL _____</div> <div>COLOCAÇÃO _____</div> <div>FABRICO _____</div>		<div>4 - MÃO DE OBRA</div> <div>VIBRAÇÃO _____</div> <div>COLOCAÇÃO _____</div> <div>TOPOGRAFIA _____</div> <div>CARPINTEIROS _____</div> <div>FERRAMENTEIROS _____</div> <div>ELECTRICISTAS _____</div> <div>OUTROS _____</div>	
<div>5 - EQUIPAMENTO FIXO</div> <div>CENTRAL <input type="checkbox"/></div> <div>BOMBA <input type="checkbox"/></div> <div>GRUA <input type="checkbox"/></div> <div>BALDE <input type="checkbox"/></div> <div>TAPETE <input type="checkbox"/></div> <div>TREMONHA <input type="checkbox"/></div> <div>OUTROS <input type="checkbox"/></div>			
<div>7 - PLANO DE BETONAGEM</div>			
FICHA DE COLOCAÇÃO DE BETAO (parte I)			O EMPREITEIRO
DO DIA ____/____/____			_____
<div>8 - INFORMAÇÃO DO FISCAL APÓS BETONAGEM _____</div> <div>_____</div> <div>_____</div> <div>_____</div> <div>_____</div> <div>ASSINATURA _____</div>			



## **ANEXO III**

### **PIE - Controlo do Pré-esforço**



LOGOTIPO	DESIGNAÇÃO DA EMPREITADA		FOLHA ____/____
BOLETIM DE AUTORIZAÇÃO DO PRÉ-ESFORÇO			
BPE Nº <input type="text"/> DATA: <input type="text"/>			
IDENTIFICAÇÃO DA PEÇA			
LOCALIZAÇÃO	<input type="text"/>	DES. Nº	<input type="text"/>
IDENT. DA PEÇA	<input type="text"/>	DES. Nº	<input type="text"/>
PRÉ-ESFORÇO			
PROJECTO	<input type="text"/>		
ESTICAMENTO	<input type="text"/>	DATA	<input type="text"/> HORA <input type="text"/>
ELEMENTOS PARA APROVAÇÃO			
Confirmação da resistência do betão <input type="text"/>			
Verificação das ancoragens <input type="text"/>			
Ordem de tensionamento <input type="text"/>			
OBSERVAÇÕES	<div></div>		
A entregar obrigatoriamente 24 horas antes do Pré-esforço			
EMPREITEIRO:		FISCALIZAÇÃO:	
Ass: _____ Data: ____/____/____		Ass: _____ Data: ____/____/____	





## **ANEXO IV**

### **PIE – Controlo de montagem de armaduras**



[illegible]

FISCAL

DIRECTOR DE PROJECTO

LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA

DATA : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

DATA : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_



## **ANEXO V**

### **PIE – Controlo prévio à aplicação de betão**



REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE  
APLICAÇÃO DE BETÃO

Dono da Obra: \_\_\_\_\_

Número: \_\_\_\_\_

Adjudicatário: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Empreitada: \_\_\_\_\_

Projecto N°

Troço	Frente	Diâmetro	Material						
<b>1 - Implantação Topográfica da Caixa</b>				Existe	<div></div>	C	CO	NC	NA
1.1- Cota de Betonagem						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
1.2- Implantação planimétrica						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
1.3- Altura de betonagem						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<b>2 - Entivação</b>				Existe	<div></div>				
2.1- Cobrem todo o comprimento / toda a altura						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
2.2 - Estão apertadas contra os taludes						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<b>3 - Cofragem</b>				Existe	<div></div>				
3.1 - Posicionamento						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
3.2 - Descofrante						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
3.3 - Estanqueidade						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
3.4 - Escoramentos						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<b>4 - Armaduras</b>									
4.1 - Diâmetro						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
4.2 - Espaçamento						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
4.3 - Amarração						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
4.4 - Recobrimento						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<b>5 - Serralharias</b>				Existe	<div></div>				
5.1 - Dimensões						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
5.2 - Tratamento anti-corrosivo						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
5.3 - Posicionamento						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<b>6 - Betonagem de segunda fase</b>				Existe	<div></div>				
6.1 - Cofragem									
6.1.1 - Posicionamento						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
6.1.2 - Descofrante						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
6.1.3 - Estanqueidade						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
6.1.4 - Escoramentos						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
6.2 - Validade do produto de selagem (ligante 1ªfase-2ªfase)						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
6.2 - Tratamento da superfície do betão 1º Fase - picagem						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
6.2 - Aplicação do ligante						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<b>7 - Aplicação</b>									
7.1 - Aplicação do betão						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
7.2 - Vibração do betão						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
7.3 - Acabamento superficial						<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>

Fiscal

\_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Visto

\_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



## **ANEXO VI**

### **PIE – Controlo da colocação de betão**





LOGOTIPO

## REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE

[illegible]

FISCAL

DIRECTOR DE PROYECTO

LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA

DATA:        /        /

DATA:        /        /



## **ANEXO VII**

### **PIE – Pedido de autorização para descofragem**



**REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE**  
**PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA DESCOFRAGEM**

Dono da Obra: _____	Número: PAD/ _____
Adjudicatário: _____	Data: ____/____/____
Empreitada: _____	Projecto Nº <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Elementos a descofrar :	

ELEMENTOS	REGISTOS ASSOCIADOS	Paineis Laterais	Paineis de Fundo	Prumos 50%	Prumos 100%	Painéis de lajes	Outros
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PAB Nº _____ Data: ____/____/____ RRB Nº _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observações :

PAB - PIE	RCP - PIE	Visto
Director de Obra _____ DATA: ____/____/____	Fiscal _____ DATA: ____/____/____	_____ DATA: ____/____/____

*Nota: O Empreiteiro é responsável pela qualidade final dos trabalhos, conforme condições contratuais.*



## **ANEXO VIII**

### **PIE – Controlo da descofragem**



[illegible]

FISCAL

DIRECTOR DE PROYECTO

LOGOTIPO DA ENTIDADE CERTIFICADORA

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

DATA : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_



## **ANEXO IX**

### **RESULTADOS DOS ENSAIOS AOS PROVETES DE BETÃO**





REGISTO DE CONTROLO DE QUALIDADE  
BETÃO: RESULTADO DOS ENSAIOS DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E "SLUMP"

EMPREITADA : (designação)						(EMPREITEIRO)			PROJECTO Nº : <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			PAB Nº <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		RRB Nº <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
DIMENSÕES DO PROVETE: (cm)			INERTES (Kg/m³)						LIGANTE		SLUMP				
LARGURA	COMPRIMENTO	ALTURA	Areia 1	Areia 2	Areia 3	Brita 1	Brita 2	Brita 3	DOSAGEM	MARCA	AGUA DE AMASSADURA				
15	15	15									RAZÃO AGUA / LIGANTE				
Nº PROVETE	DATA DE FABRICO	CLASSE DE RESISTÊNCIA	CLASSE DE CONSISTÊNCIA	CLASSE DE EXPOSIÇÃO	REFª DO CUBO	SLUMP (CM)	DATA DO ENSAIO		Resistência à Compresão (Mpa)			RESISTÊNCIA MÉDIA (MPa) TENSÃO ROTURA	ELEMENTO ESTRUTURAL (PAB N.º)	PESO DO CUBO (Kg)	
							Prevista	Realizada	3 dias	7 dias	28 dias				
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								
							___/___/___								

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Director de Obra

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Fiscal

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Visto

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



## **ANEXO X**

### **CÁLCULO DA TENSÃO CARACTERÍSTICA DOS BETÕES**

(Sempre que o nº de amostras é igual ou superior a 6)

## 1. IDENTIFICAÇÃO DA OBRA:

EMPREENHIMENTO:	
DONO DE OBRA:	
EMPREITEIRO:	
FORNECEDOR DE BETÃO:	
ELEMENTO BETONONADO:	

## 2. IDENTIFICAÇÃO DO TIPO DE BETÃO E AMOSTRAS:

[illegible]

### 3. RESULTADOS

RESISTÊNCIA MÉDIA $\bar{X}_n = Sx_i/n$	#DIV/0!	MPa										
MENOR VALOR DA AMOSTRA ( $x_{\min}$ )		MPa										
DESVIO PADRÃO $S_n = (S(x_i - \bar{X}_n)^2 / (n-1))$	#DIV/0!	MPa										
VALOR DE I			Quadro 19 - ENV 206									
VALOR DE k			Quadro 19 - ENV 206									
$f_{ck} \leq \bar{X}_n - S_n \cdot I$	#DIV/0!	MPa	Condição: Critério 1 ENV 206									
$f_{ck} \leq x_{\min} + k$		MPa	Condição: Critério 1 ENV 206									
RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA ( $f_{ck}$ )	#DIV/0!	MPa										
		<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Resultado</th> </tr> <tr> <td>C</td> <td>NC</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Resultado			C	NC	NA			
Resultado												
C	NC	NA										
C - Conforme    NC - Não conforme    NA - Não aplicável												

**Nota:**

Os valores do coeficiente de endurecimento a considerar deverão ser definidos em face do estudo de betão ou dos valores indicados no REBAP